تحليل الخريطة الكنتورية

باهتمام جمرفلوجى

الدكتور طه محمد جاد

ليسانس (بمرتبة الشرف)

ماجستير (امتياز)

دكتوراه (مرتبة الشرف الأولى)

كلية الآداب ـ جامعة عين شمس

الطبعة الثانيـــة

١٩٨٤

الناشر

مكتبة الأنجلو المصرية

١٦٥ شارع محمد فريد القاهرة

تحليل الخريطة الكنتورية

باهتمام جيومورفولوجي

الدكتور طه محمد جاد

ليسانس (بمرتبة الشرف)

ماجستير (امتياز)

دكتوراه (مرتبة الشرف الأولى)

كلية الآداب — جامعة عين شمس

الطبعة الثانية

١٩٨٤

الناشر

مكتبة الأنجلو المصرية

١٦٥ شارع محمد فريد القاهرة



مقـــدمة

الخريطة الكنتورية مصـــدر هام من مصادر البحث الجرفلوجى (الجيومورفولوجى). وهكذا فينبغى لدارس الجرفلوجية أن يلم جيداً بتحليل الخريطة الكنتورية، كما ينبغى لدارس الخرائط أن يلم بذلك. وإن المعرفة الجيدة بالخريطة الكنتورية مع الخلفية المناسبة فى مبادىء الجرفلوجية تيسر لفاحص الخريطة أن يتوصل إلى أسلم وأهم ما تحتويه الخريطة أو ما تشير إليه من بيانات.

وهنا نحن بإزاء محاولة لتوضيح المعالم الأساسية لتحليل الخريطة الكنتورية. ويجد القارىء أن معظم التحليل هو تحليل جرفلوجى الطابع. ولا يدعى الكاتب أن كل ما جاء هنا جديد فيما كتب بالعربية. فمما يشار إليه كتاب الأستاذ د. محمد صبحى عبد الحكيم، د. ماهر الليثى (المرجع رقم ٤). وكذلك كتاب د. محمود عصفور، د. عبد الرحمن الشرنوبى (المرجع رقم ٥). الذى شاركهما المؤلف فيه وإن لم يكن اسمه قد ظهر على هذا الكتاب. كذلك مما يشار إليه مقال الأستاذ د. على شاهين (المرجع رقم ٣). أما من المراجع الأجنبية فيبرز ماورد فى كتاب الأستاذ «منكهاوس» (المرجع رقم ٧).

إلا أن القارىء يجد فى هذا الكتاب عدة موضوعات جديدة لم يسبق لكتب عربية أن تناولتها. كما يجد بعض النقاط وبعض الرسوم التوضيحية التى هى خلاصة خبرة الكاتب الطويلة فى تدريس الخرائط والجرفلوجية.

ويندرج ما ورد من موضوعات تحت ثلاثة فصول رئيسية. فهناك فصل

يختص ببعض التعريفات والتوضيحات الأساسية . ومن أهم ما ورد فى هذا الفصل مجموعة من الأمثلة الكنتورية التى تفيد طالب الجرفاوجية إلى حد كبير . ثم يجد القارئ فى الفصل الثانى تحليلا مورفومتريا للخريطة الكنتورية . والتحليل المورفومترى للخريطة هو مرادف للتحليل الكمى quantitative للخريطة . ثم يجد القارئ فصلا موجزاً عن بعض الجوانب التطبيقية للخريطة الكنتورية .

ومما ينبغى ذكره هنا أن معظم الأمثلة الكنتورية التى وردت والتحليلات المرتبطة بها تقوم على أساس خبرة الكاتب بالخريطة التفصيلية أى كبيرة المقياس . أما التحليلات والاستنتاجات التى تتعلق بالخرائط صغيرة المقياس فلم تحظ بنصيب كبير هنا لقلة أهميتها نسبياً فى الدراسات التفصيلية .

والمرجو أن يكون هذا الكتاب مفيداً لطلاب الجغرافية وخاصة فى دراستهم لمادتى الخرائط والجرفلوجية . ولعل فيه بعض الفائدة للمهتمين بالدراسات التضاريسية من غير الجغرافيين .

والله ولى التوفيق ؟

طه محمد جاد

القاهرة، ١٩٧٨

تعريفات وتوضيحات أساسية

مقدمة :

هناك مايعرف بالخرائط الطبغرافية (الطبوغرافية) . ومن أهم ماتوضحه هذه الخرائط بعض خصائص التضاريس وخاصة مناسيب سطح الأرض بالنسبة لمستوى سطح البحر . ومن المعروف أن اللوحات الطبغرافية تحتوى على بيانات غير تضاريسية كالطرق والسكن . وأصبح من المفهوم أن الخرائط الطبغرافية هى تلك التى تحتوى على بعض الملامح التضاريسية على الأقل إن لم يكن الطابع العام للخريطة هو توضيح التضاريس بصفة رئيسية ، وذلك بإحدى الطرق التى سيرد ذكرها .

بعبارة أخرى يمكن القول أن خريطة توضح بيانات بشرية فقط كمناطق السكن والطرق والجبانات ... إلخ لاتعتبر خريطة طبغرافية . كما أن خريطة كبيرة المقياس (تفصيلية) لمدينة ما أو قرية ما لا تعتبر خريطة طبغرافية .

وهناك طريقة عالمية لتمثيل التضاريس من حيث شكلها العام ومناسيبها بالنسبة لسطح البحر وهى طريقة خطوط الكنتور . وتعد هذه الطريقة هى أحسن الطرق على الإطلاق فى هذا الصدد وإن كانت لاتسلم تماماً من أوجه النقص أو الخطأ. وسوف نتناول الخريطة الكنتورية باهتمام تفصيلى ولكن لعله من المستحسن أن نعرض بإيجاز شديد لبعض التعريفات والطرق الأخرى التى تختص بتمثيل وتحليل التضاريس .

ومما ينبغى ذكره هنا أن الخريطة الكنتورية قد تضم إحدى الطرق الأخرى

كطريقة مساعدة زيادة فى دقة تمثيل مناسيب وشكل سطح الأرض . وعادة ما تستعمل نقط المناسيب ، كما قد تستعمل طريقة التهشير مع خطوط الكنتور. ويتضح هذا فى اللوحات التفصيلية على وجه الخصوص .

ومن الواضح أن خريطة يغلب عليها طابع تمثيل التضاريس بخطوط كنتورية تسمى بخريطة كنتورية . أما إذا غلب عليها طابع التمثيل بطريقة أخرى فتنعت بهذه الطريقة كخريطة الهاشور أو خريطة نقط مناسيب . أما إذا احتوت الخريطة عدداً متنوعا من طرق تمثيل التضاريس فيمكن تسميتها بخريطة تضاريسية متنوعة الطرق ، وهذا النوع قليل . ويلاحظ أن الخرائط التى تحتوى على أكثر من طريقة لتمثيل التضاريس بالإضافة إلى بعض البيانات البشرية يفضل تسميتها بالخرائط الطبغرافيـــة . كما يلاحظ عموما أن طريقة الكنتور تسود معظم الخرائط التضاريسية نظراً لدقتها وسرعة قراءتها وفحصها بحيث نجد أن البعض يقصد بالخريطة الطبغرافية خريطة كنتورية .

الهاشور :

خطوط الهاشور هى خطوط قصيرة جداً ترسم فى اتجاهات انحدار سطح الأرض . ويراعى فى رسمها أنه كلما كان الانحدار شديدا يرسم عدد كبير من خطوط الهاشور حتى يعطى تزاحمها انطباعا بشدة الانحدار . كما يمكن بدلا من ذلك أن ترسم الخطوط بسمك أكبر فى المنحدرات الشديدة عما يرسم للمنحدرات الطفيفة .

والواقع أن خريطة الهاشور تعد قليلة الأهمية نسبياً إذا قورنت بالخريطة الكنتورية . فبدون إضافة بعض نقط المناسيب الـــتى تبين مناسيب سطح الأرض إلى خريطة الهاشور فإنه لا يمكن تحديد ارتفاع أو انخفاض

سطح الأرض . إلا أن التهشير يستعمل عادة كطريقة إضافية فى الخرائط الكنتورية . وهنا تعتبر هذه الطريقة ذات فائدة فى توضيح المنحدرات الشديدة جداً والجروف . كما أنه يمكن بواسطتها توضيح التلال الصغيرة التى لا يسهل تمثيلها بخطوط الكنتور لعدم مناسبة مقياس رسم الخريطة .

نقط المناسيب :

لا تنشر الهيئات العالمية المختصة عادة خرائط تمثل السطح بنقط المناسيب ولكننا نجد نقط مناسيب فى مساحات مرموقة من بعض الخرائط التضاريسية . هذا بالإضافة إلى أن بعض نقط المناسيب يمكن أن تتخلل بعض المساحات الكنتورية زيادة فى الدقة والتوضيح . كذلك عادة ما تضاف نقط المناسيب إلى خرائط الهاشور .

والمهم هنا أن يذكر أن نقطة المنسوب هى فى العادة نقطة عادية فى الخريطة يكتب فوقها أو إلى جوارها رقم يمثل منسوبها بالنسبة لسطح البحر . ولكن قد لا نجد النقط فى بعض اللوحات ونجد أرقاما فقط . وتمثل هذه الأرقام مناسيب أماكنها بالنسبة لسطح البحر . وتعتبر أماكنها فى هذه الحالة هى أماكن نقط المناسيب . ومن الواضح أن ذلك يحدث فى حالة كثرة نقط المناسيب بدرجة كبيرة بحيث يصبح من المستحسن عدم وضع النقط . وبمراجعة بعض لوحات أطلس مصر الطبغرافى ١ : ٢٥٠٠٠ مثلا يمكن تبين هذه الحالة .

وتعتبر طريقة نقط المناسيب على درجة عالية جداً من الدقة فى التعبير عن مناسيب أماكنها . وهى تتفوق فى ذلك على كل الطرق الأخرى . إلا أن من أهم عيوبها أنها لا تعطى بسهولة منظراً محدداً وواضحا عن الشكل العام

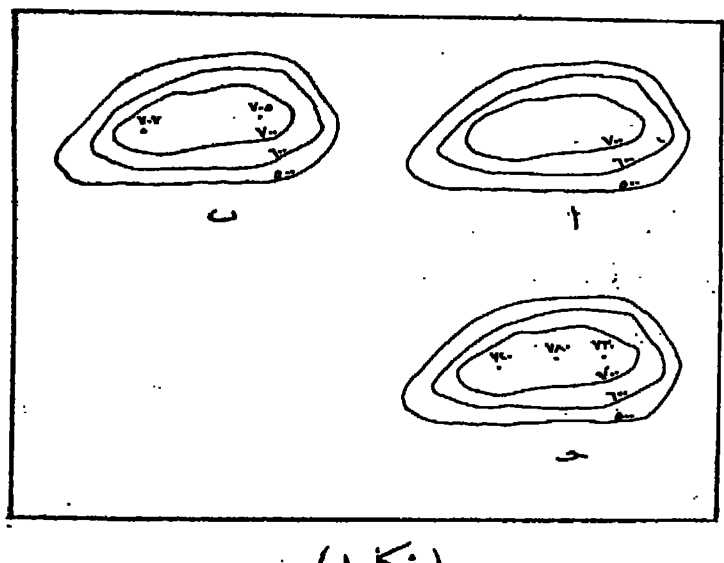
للتضاريس بالمنطقة على غرار ما يمكن تبينه من خطوط الكنتور أو الماشور. ولهذا السبب فإن طريقة نقط المناسيب تتبع بصفة مساعدة لطريقة خطوط الكنتور أو الماشور.

ولتوضيح أهمية هذه النقط فى زيادة وضوح ودقة مناسيب الأماكن التى توضع بها يمكن أن نورد بعض الأمثلة مما هو شائع فى استخدام هذه النقط. فهناك مثلا بعض المساحات الفسيحة ذات التضاريس النسبية الطفيفة التى يصعب فيها تمثيل السطح بخطوط كنتورية ذات فاصل كنتورى مناسب. ومثال ذلك السهول الفيضية الفسيحة كالسهل الفيضى للنيل، وبعض المساحات فى أعالى المرتفعات، وفى قيعان بعض المنخفضات الكبرى. مثال آخر مناسيب بعض التلال الصغيرة التى تشغل مساحة صغيرة يصعب تمثيلها فى الخريطة نظراً لصغر مقياس رسم الخريطة كما سبق أن ألمحنا .. لخ.

وزيادة فى وضوح ذلك يمكن أن نورد قليلا من الأشكال التوضيحية التى تبين أهمية هذه النقط فى إعطاء صورة أكثر دقة عن التضاريس التفصيلية. ومما يذكر أن بعض هذه التفصيلات قد تكون ذات أهمية خاصة فى بعض الدراسات التضاريسية وخاصة الجرفلوجية (الجيومورفولوجية).

فيوضح شكل (١ — ا) أن الخطوط الكنتورية وحدها تبين أننا بإزاء تل يبلغ ارتفاعه ما يزيد على ٧٠٠ متر ويقل عن ٨٠٠ متر. وإذا لم تكن هناك نقط مناسيب كالتى توجد فى شكل (١ : ب، جـ) وهو لنفس التل فمن المتفق عليه بين الدارسين أن يحدد ارتفاع التل بالتقريب. ويقوم هذا التقريب على الاستدلال بالفاصل الكنتورى. وأغلب الظن أن الذى يسأل عن ارتفاع التل فى الحالة الأولى أى بدون نقط المناسب فإن الإجابة هى ٧٥٠ متراً.

بينما يلاحظ أنه يمكن أن يكون أكثر من ذلك أو أقل كما تبين فى الحالتين (ب ، حـ) .



(شكل ١)

والمختصون بالدراسات الجرفلوجية خاصة يقدرون أهمية شكل هذه المساحات العليا (القمم) من حيث ما إذا كانت كالحالة الثانية أو الثالثة فى الشكل السابق . ففى الحالة الثانية — فضلا عما سبق ذكره عن أهمية هذه النقط فى تحديد المنسوب بدقة — يلاحظ أن الجزء الذى يعلو ٧٠٠ متر يتميز بالاستواء تقريبا . وهذا قد يوحى لدارسى أشكال السطح بشىء ما عن البنية الجيولوجية كالتفكير بأنها أفقية الطبقات ، أو أن هذا التل يمثل حرة ذات غطاء بازلتى فسيح .

بينما إذا كان هناك إلمام بخصائص البنية من مصدر آخر وعرف أن هناك طبقات مائلة فإن ذلك الاستواء فى السطح يصبح محل تساؤل هام . ويتركز التساؤل فى هذه الحالة على طبيعة عامل وعمليات التعرية التى تأثر بها هذا التل ، وكيف اكتسبت قمته هذا الاستواء . أما إذا تبين أنه يتكون

من إرسابات سطحية نهرية كانت أم غير نهرية فهذا له ارتباطاته في الدراسة الجرفلوجية أيضا .

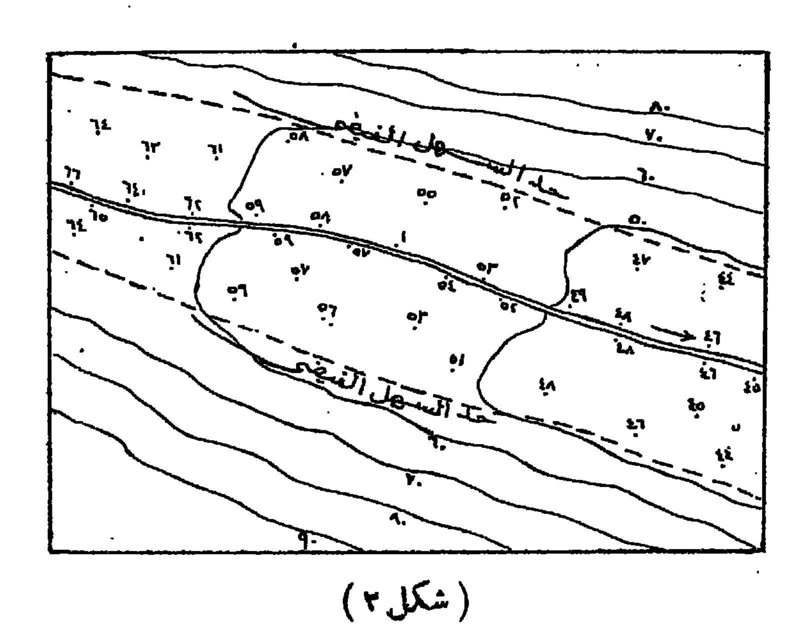
أما في الحالة الثالثة من الشكل السابق فيتميز السطح الذى يعلو ٧٠٠ متر بالتحدب على غير ماهو الحال في المثال السابق . وهذا يثير أيضاً تساؤلات تتعلق بالبنية وبطبيعة عامل وعمليات التعرية مما لا مجال للتوسع فيه . ومما يمكن التلميح إليه هنا احتمال أن تكون البنية متجانسة ليثولوجيا (من حيث نوع الصخر) ، أى لا توجد طبقة صلبة في الجزء العلوى من التل . كذلك يبرز احتمال تأثر التل في مراحل تطوره الأخيرة على الأقـــل بظروف تعرية رطبة .

ونعود إلى القول بأن وجود نقط مناسيب على السطح العلوى لمثل هذه التلال يمدنا بمعلومتين . الأولى هي المنسوب ، والثانية هي الشكل العام من حيث كون هذا السطح العلوى محدبا أو أفقيا . ولهاتين المعلومتين أهمية أخرى فيما يتعلق بتحديد الأجزاء المرئية والأجزاء المحتجبة خلف مثل هذه التلال بالنسبة للمقيمين أو المتجولين في الأراضى المضرسة . كذلك تفيد في جوانب أخرى مثل إمكانية القصف . وهناك أمثلة أخرى توضح أهمية نقط المناسيب في التحديد الدقيق لمواقع أو امتداد بعض المشروعات الأخرى كشق الترع والمصارف ، أو تحديد المساحات الصالحة للرى برفع الميـــاه في حدود معينة .. إلخ . وسوف نعرض لبضع نقاط في هذه الجوانب التطبيقية في الفصل الأخير .

وقبل الانتهاء من الكلام عن نقط المناسيب يمكن أن نورد مثالا أخيراً زيادة في توضيح أهميتها . فمن الملاحظ أن مايعرف بالجسور الطبيعية

natural lovées للأنهار لا تظهرها الخطوط الكنتورية عادة . ويرجع ذلك إلى أن هذه الجسور ذات ارتفاع محلى طفيف لا يتعدى بضعة أمتار وقد لا يصل إلى المتر . هذا فضلا عن أن هذه الجسور إن وجدت لا تمتد بمحاذاة المجرى بصورة مستمرة . إلا أنه بالفحص الجيد لخريطة تضاريسية تحتوى على عدد وفير من نقط المناسيب يمكن أن نتبين مثل هذه الجسور .

ويوضح شكل (٢) نموذجا لواد نهرى فى مرحلة متقدمة ذى سهل فيضى فسيح يوجد به ما يعرف بالجسر الطبيعى . ذلك أن هناك أجزاء مرتفعة نسبياً إلى جوار المجرى تزيد نحو متر عن بقية الأجزاء فى السهل الفيضى . فإذا قارنا عدداً من نقط المناسيب التى تقع على خط عمودى على السهل الفيضى يمكن أن نتبين هذا الفرق .



(شكل ٢)

خطوط الكنتور :

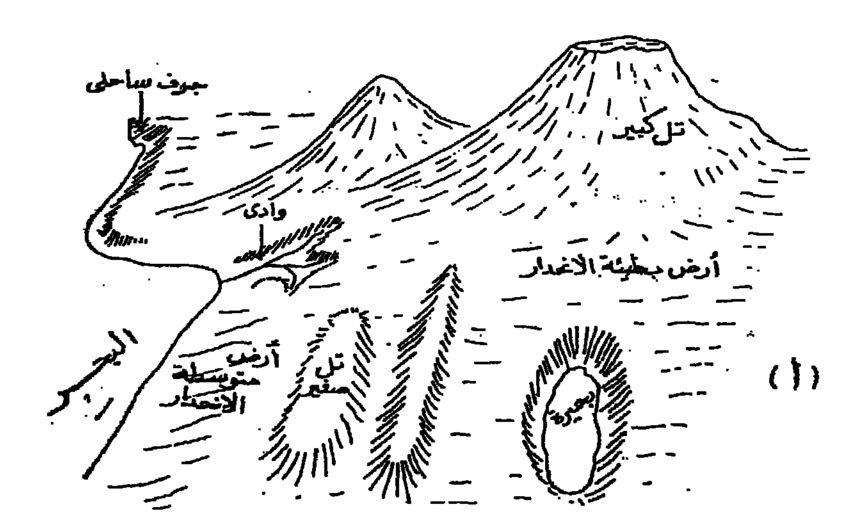
خط الكنتور هو خط تساوى المنسوب أى خط تساوى الارتفاع أو الانخفاض بالنسبة لسطح البحر[١] . ومن المفروض أن أى خط كنتور يمر بنقط متساوية المنسوب ولكن ذلك لا يتحقق تماما فى كل الحالات . ويرتبط بتعريف خط الكنتور مايعرف بالفاصل (الفارق) الكنتورى . ويقصد به الفرق بين منسوبى خطى كنتور متتاليين. ونعرض بعد قليل لتغيير الفاصل الكنتورى . وقبل الدخول فى الدراسة التفصيلية للخريطة الكنتورية فمن المستحسن أن نورد شكل (٣ : ١ ، ب) ليبين فكرة تساوى المنسوب فى الخريطة الكنتورية . ويمثل (١) من هذا الشكل بعض التضاريس بصورة مجسمة بينما يمثل (ب) خريطة كنتورية تمثل هذه الأشكال التضاريسية .

ويلاحظ أن أغلب الخرائط الكنتورية لا تخلو من بعض نقاط المناسيب وبعض الهاشورات زيادة فى تمثيل التضاريس تمثيلا دقيقا . ولكن المظهر العام للخريطة مع ذلك يبقى كخريطة كنتورية فى المقام الأول .

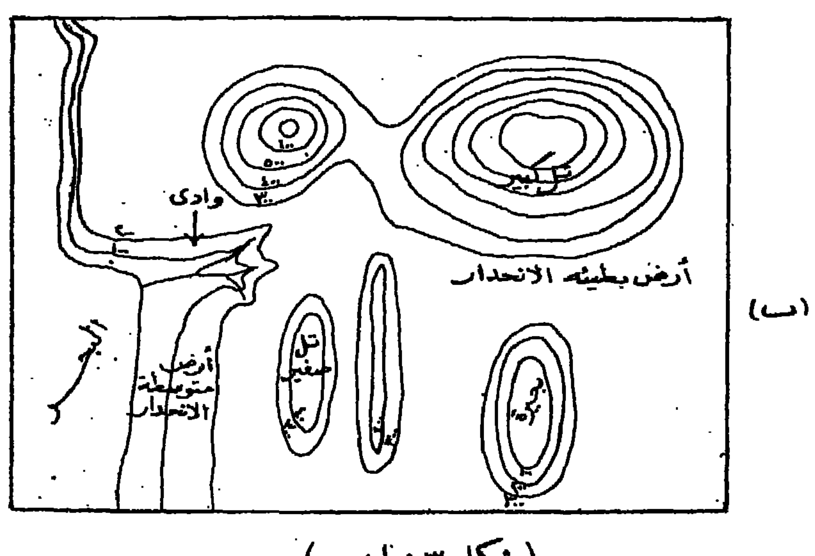
ومما تجدر الإشارة إليه أيضاً أن هناك درجة من التبسيط (التعميم) فى الخطوط الكنتورية كلما صغر مقياس رسم الخرائط بحيث نجد تعميات كبيرة فى الخرائط المليونية . وقد يتسبب هذا التبسيط فى الظن خطأ بأن ما يوجد فى بعض اللوحات نصف المليونية والمليونية مثلا من خطوط تساوى ليست خطوط

---

(١) صارت معظم المناسيب منسوبة لسطح البحر أى لا توجد خرائط تنسب فيها الخطوط إلى مستويات مقارنة محلية ربما باستثناءات طفيفة كبعض الخرائط الخاصة بمناطق غير ممسوحة على نطاق واسع .


جوف ساحلي
تل كبير
وادي
أرض بطيئة الانحدار
البحر
أرض متوسطة الانحدار
تل صغير
بحيرة

(أ)


وادي
تل كبير
أرض بطيئة الانحدار
البحر
أرض متوسطة الانحدار
تل صغير

(ب)

(شكل ٣ : ا ، ب)

كنتورية . فالحقيقة أن هذه الخطوط هي خطوط كنتور ولكنها معممة بقدر يناسب مقياس رسم الخريطة . ذلك أن كثيراً من تعرجات الكنتور تحذف فضلا عن توسيع الفاصل الكنتورى . أما التلوين بين هذه الخطوط فهو لزيادة وضوح الخريطة. بعبارة موجزة ينبغي ألا ننسى أن الخطوط الفاصلة بين درجات الألوان في الخرائط التضاريسية العامة هي خطوط كنتور مبسطة (معممة) إلى حد ما .

إلا أن الكلام عن الخريطة الكنتورية هنا وفي معظم المصادر يتركز على الخرائط الكنتورية التفصيلية أى ذات المقياس الكبير . فهذه الخرائط التفصيلية (مثلا ١ : ٢٥٠٠٠ و ١ : ٥٠٠٠٠) تحتوى بطبيعة الحال على خطوط كنتورية أقل تبسيطا من الخرائط الأصغر . كما أن الفاصل الكنتورى عادة ما يكون صغيراً في الخرائط التفصيلية . ومع ذلك فلا ينبغي الاعتقاد بأن الخرائط التفصيلية تخلو من التعميم تماما .

ولاشك أن الخطوط الكنتورية هي أحسن الطرق في تمثيل التضاريس. ويعرف المختصون ذلك جيداً لدرجة أن التصوير الجوى لم يغن عن استعمال الخرائط الكنتورية . فإن الهيئات المختصة بعدما تستحوذ على صور جوية لمنطقة ما عادة ما تقوم باستخراج خرائط كنتورية من هذه الصور إذا لم تكن هناك خرائط دقيقة قبل التصوير الجوى . بل إن التصوير الجوى قد يتم بغرض عمل خرائط كنتورية بصفة رئيسية أحيانا .

ومن مميزات الخطوط الكنتورية ما يأتى :

١ — أن الخطوط الكنتورية توضح الشكل العام للتضاريس التي تمثلها

الخريطة توضيحا سريعاً. فإذا نظر إلى الخريطة الكنتورية يمكن فى ثوان تبين الأجزاء المرتفعة والأراضى الواطئة . كما يمكن تبين السهول والمنحدرات . وبهذا فإن الخطوط الكنتورية تعادل أو تفوق طريقة الهاشور فى توضيح الشكل العام للتضاريس. بينما هى أفضل بكثير فى هـــذا الصدد مما لو كانت التضاريس ممثلة فقط بنقط المناسيب. ذلك أن استيضاح الأشكال الرئيسية للتضاريس من خريطة بنقط المناسيب يستغرق وقتا طويلا .

٢ — يلاحظ أن الخطوط الكنتورية توضح أيضا بسهولة بعض تفصيلات أشكال السطح كأشكال المنحدرات (منحدر محدب ، منحدر مقعر منحدر مستمر) ، والجروف وغيرها ، مع إعطاء الفارق التضاريسى فى نفس الوقت . وهذا مما لا يتيسر باستعمال خرائط الهاشور . فإن تلاصق خطوط الكنتور مثلا يعنى شدة الانحدار جداً ، أى أننا بإزاء جرف . ويمكن أن نعرف منسوب حضيض الجرف وقمته وبالتالى يمكن أن يحسب ارتفاعه المحلى. ومن خطوط الهاشور وحدها لا يمكن حساب ذلك . أما التحدب أو التقعر أو الاستمرار فى الانحدار فيصعب تمثيله بالهاشور بصورة واضحة. ونظراً لأن الجروف يصعب تمثيلها نسبياً بنقط المناسيب بسبب ضرورة كثرة كتابة أرقام المناسيب فإن خطوط الكنتور تعد أفضل من نقط المناسيب عادة . ولكن لا ينبغى أن ننسى أنه يمكن استعمال قليل من الهشور إلى جانب خطوط الكنتور زيادة فى توضيح الجروف خاصة . كما يمكن الاستعانة بعدد معقول من نقط المناسيب للوصول إلى درجة أكثر دقة فى تمثيل بعض التفصيلات التضاريسية . وهذا هو الشائع فى أغلب الخرائط الكنتورية التفصيلية .

٣ — تعود الباحثون على تفضيل الخريطة الكنتورية واستعمالها فى مجالات متعددة . وتطورت عدة طرق لتحليل الخريطة الكنتورية إلى جانب فحصها فحصا عاديا . فهناك القطاعات التضاريسية التى سنعرض لها ، كما أن هناك معالجات مورفومترية أخرى عديدة سوف نهتم بها اهتماما خاصا . ولعل تفضيل الخرائط الكنتورية وتطوير طرق تحليلها بين مختلف الباحثين فى أنحاء العالم مما جعلها ذات ميزة خاصة . ذلك أنها بمثابة لغة أكثر انتشاراً بين المهتمين .

تفسير الفاصل الكنتورى :

سبق القول بأن الفاصل الكنتورى هو الفرق الرقمى بين كل خط كنتورى والخط الذى يليه . ويعرف الفاصل الكنتورى أحيانا بالفاصل الرأسى . ذلك أنه الفرق فى المنسوب بين كل خط والذى يليه . والفرق بين أى منسوبين يقاس فى وضع رأسى بطبيعة الحال ومن ثم كانت تسميته أيضا بالفاصل الرأسى .

وهناك بعض ملاحظات تتعلق بمقدار الفاصل الكنتورى يمكن أن نوردها من خلال الإجابة على السؤالين الآتيين :

— متى يكون الفاصل الكنتورى صغيراً ومتى يكون كبيراً ؟

— هل الفاصل الكنتورى موحد فى كل لوحة كنتورية أو فى كل عدة لوحات عملت وطبعت كمجموعة واحدة ؟

فيما يتعلق بالإجابة على السؤال الأول يمكن القول أن هناك عاملان

يتحكمان فى مقدار الفاصل الكنتورى . العامل الأول هو مقدار التضرس المحلى فى اللوحة . أما العامل الثانى هو مقياس رسم الخريطة . ويلاحظ أن هذين العاملين مترابطين إلى حد كبير كما سنبين .

ونقصد هنا بمقدار التضرس المحلى مقدار التفاوت بين المناسيب . ولو بدأنا بالكلام عن الحالة التى يكون فيها الفاصل الكنتورى صغيرا يمكن القول أنه إذا كان التضرس قليلا فإن ذلك يرتبط به عادة خطوط كنتور ذات فاصل صغير . فالحالات التى تمثل فيها الخريطة أراض سهلية أو قليلة التضرس ينبغى أن يكون الفاصل الكنتورى صغيرا بقدر مناسب وإلا فيمكن أن تكون الخريطة خالية من خطوط الكنتور .

وإذا ضربنا مثالا على ذلك بالأرقام فيمكن القول أن منطقة يبلغ مداها التضاريسى المحلى ١٠٠ متر مثلا يمكن ألا نتبين فيها أى تضاريس إذا كان الفاصل الكنتورى ١٠٠ متر أو حتى ٥٠ متر . بينما لو كان الفاصل ١٠ أمتار مثلا فيمكن أن تتضح المعالم الرئيسية للتضاريس فيها . كما يمكن أن تتضح تفصيلات أكثر إذا كان الفاصل ٥ أمتار ... وهكذا .

وعلى العكس من ذلك ، كلما كان التفاوت التضاريسى كبيرا بين جزء وآخر فى المنطقة فإن ذلك يعنى ضرورة توسيع الفاصل الكنتورى ، ولكن بدرجة تسمح بتمثيل التضاريس الموجودة . وقد يبرز سؤال هنا يقول ما المانع أن يكون الفاصل الكنتورى صغيرا وتمثل كل التضاريس مهما كان التفاوت المحلى أو مقدار التضرس . والإجابة على ذلك باختصار أن ذلك يستدعى عمل عدد كبير من خطوط الكنتور قد تؤدى إلى ازدحام

الخريطة بالخطوط بقدر لا يساعد على عملها أصلا كما لا يساعد على استخدامها إن عملت .

ومما ينبغى التركيز عليه أن مقياس رسم الخريطة عامل هام فى تحديد الفاصل الكنتورى المناسب . وللتوضيح نفترض أن لدينا منطقة ذات تضاريس متوسطة مثلا عملت لها مجموعة خرائط ذات مقياس كبير ثم عملت لها لوحة واحدة ذات مقياس أصغر . فمن الطبيعى أن تكون الخرائط التفصيلية لهذه المنطقة ذات فاصل كنتورى أصغر مما هو فى الخريطة ذات المقياس الصغير . ومرجع ذلك أنه لو افترضنا أن الفاصل الكنتورى بمجموعة الخرائط الكبيرة هو ٥ أمتار ومتوسط المدى التضاريسى المحلى للوحات ٥٠٠ متر فإننا نكون بإزاء ١٠٠ خط كنتورى كمتوسط فى كل لوحة . وقد يكون هذا عددا مناسبا لكل من اللوحات التفصيلية (كبيرة المقاس) .

هذا بينما يلاحظ أن اللوحة صغيرة المقياس من المؤكد أن مداها التضاريسى أكبر من المدى الخاص بكل لوحة تفصيلية . بعبارة أخرى ، تضم اللوحة صغيرة المقياس تضاريسا بينها تفاوت أكبر فى المناسيب مما يوجد فى اللوحات التفصيلية . وهذا يعنى بطبيعة الحال إما زيادة عدد خطوط الكنتور التى تمثل هذه التضاريس المتفاوته ، إما الحفاظ على عـــدم ازدحام الخريطة بالخطوط الكنتورية عن طريق تكبير الفاصل الكنتورى . والحل الأخير هو ما يتبع فى أغلب الأحوال .

وقبل الإنتهاء من أثر مقدار التضرس ومقياس الرسم فى مقدار الفاصل الكنتورى ينبغى القول أنه ليست هناك قاعدة معينة تتحكم فى الموازنة بين مقدار الفاصل من ناحية ، ومقدار التضرس ومقياس رسم الخريطة من ناحية أخرى . كذلك يمكن أن نجد فى قليل من الحالات أن لوحة كنتورية

بمقياس رسم كبير بها فاصل كنتورى يعادل ما استخدم فى خريطة أصغر مقياساً لنفس المنطقة .

أما السؤال الثانى وهو : هل الفاصل الكنتورى فى كل لوحة كنتورية موحد ؟ فالإجابة عليه بالنفى . ذلك أنه من الملاحظ أن كثيرا من اللوحات قد يغير فيها الفاصل الكنتورى . فقد يكون ٥ أمتار مثلا فى بعض الأجزاء ثم ٣٠ أو ٥٠ مترا مثلا فى أجزاء أخرى .

وهناك بضعة أسباب وراء تغيير الفاصل الكنتورى فى اللوحة الواحدة . من هذه الأسباب شدة التفاوت التضاريسى بين الأجزاء التى تمثلها الخريطة كذلك الحال عند وجود منحدرات شديدة أو جرف إلى جوار أرض شبه مستوية مما يتطلب تغيير الفاصل الكنتورى . وسبب آخر هو التفاوت فى الاهتمام بين المناطق التى تمثلها الخريطة نظرا لظروف علمية أو تطبيقية . ونقتصر هنا على توضيح هذين السببين .

فلتوضيح السبب الأول وهو شدة التفاوت التضاريسى بين الأجزاء التى تمثلها الخريطه نفترض أن جزءا من المساحة التى تمثلها الخريطة يحتوى على منطقة جبلية والجزء الآخر يحتوى على منطقة ذات تلال صغيرة أو أرض قليلة التضرس . فى مثل هذه الحالات يصبح من المفضل عمل لوحة أو لوحات ذات فاصل كنتورى صغير تمثل به المنطقة ذات التضاريس القليلة ، وفاصل آخر كبير تمثل به المنطقة الجبلية فى نفس الخريطة .

والحالة الثانية التى تتصل بالسبب الأول هى أن الجروف والمنحدرات الشديدة قد لا يناسبها نفس الفاصل الكنتورى الذى يناسب الأجزاء السهلية المجاورة . فإذا افترضنا أن الفاصل الكنتورى فى الأراضى السهلية هو

٥ أمتار وهناك جرف ارتفاعه المحلى ١٠٠ متر فقط فى كثير من الحالات يصعب تمثيل هذا الجرف بعشرين خطا كنتوريا . ومرجع ذلك ضيق المسافة الأفقية للجروف . هذا بينما يمكن عمل ٥ خطوط فقط أو عشرة ، وهذا يعنى إذن ضرورة تغيير الفاصل الكنتورى .

ومما يذكر فى هذا السياق أن المنحدرات الشديدة وخاصة الجروف يستعان أحيانا فى تمثيلها بخطوط الماشور ، أو الماشور مع بعض الخطوط الكنتورية أو بعض نقط المناسيب . ومن الواضح أنه فى حالة استعمال خطوط الكنتور مع خطوط الماشور لابد من توسيع الفاصل الكنتورى أيضا .

أما السبب الثانى وهو التفاوت فى الاهتمام بين المناطق التى تمثلها الخريطة الكنتورية فيتصل بأهمية كل من أجزاء الخريطة من الوجهة البشرية والاقتصادية . كما يتصل بالإمكانيات المخصصة لعمل اللوحات الكنتورية . وإيجازا لهذه الأمور يمكن القول أن المناطق الوعرة أو الصحراوية ليست فى أهمية المناطق المأهولة عادة . ولهذا فقد ينصب اهتمام أكبر على المناطق المأهولة بحيث تعمل خرائط ذات فاصل كنتورى صغير لها بينما تعمل خرائط ذات فاصل كنتورى صغير لها . بينما تعمل خرائط ذات فاصل كنتورى كبير للمناطق الأخرى . كما أن الشروع فى استغلال منطقة معينة أو حفر آبار بها أو غير ذلك قد يصاحب عمل لوحات ذات فاصل كنتورى صغير للمنطقة الرئيسية ثم لوحات ذات فاصل أكبر للمناطق المجاورة .

وفى ضوء ما سبق قد يثار تساؤلان عما إذا كان توحيد الفاصل الكنتورى أفضل ، وعما إذا كان ذلك ممكنا . والاجابة على ذلك أن الفاصل الكنتورى الموحد فى اللوحة الواحدة على الأقل وفى لوحات المنطقة

الواحـــــدة أفضل فى الغالب بشرط أن يكون الفاصل الكنتورى أصغر ما يمكن . أما إذا كان الفاصل الكنتورى كبيراً فهذا يعنى وجود نقص فى تمثيل بعض التضاريس الطفيفة التى قد تكون ذات أهمية سواء من النواحى الدراسية البحتة أو من النواحى التطبيقية .

ونظرا لأن عمل خرائط كنتورية بفاصل صغير جدا قد يتعذر فى حالات كثيرة بسبب تفاوت التضاريس خاصة فيصبح من غير الممكن توحيد الفاصل الكنتورى. ومن الصحيح أنه يمكن التغلب على ذلك بعمل لوحات كبيرة المقياس جدا (مثلا ١ : ٥٠٠٠) إلا أن ذلك باهظ التكاليف من ناحية ، كما يصعب استعمال الخرائط فى بعض الدراسات لكثرة الخرائط من ناحية ثانية .

وأخيرا فان الدراسات الجغرافية العامة وبعض الدراسات الأخرى تفيد من خرائط متوسطة أو صغيرة المقياس . ويستحيل فى هذا النوع من الخرائط الجمع بين أصغر فاصل كنتورى ، وتوضيح كل الأشكال التضاريسية التى تمثلها هذه الخرائط تمثيلا وافيا . ومن هنا كان التساؤل منذ قليل عما إذا كان من المفضل ومن الممكن توحيد الفاصل فى اللوحة الواحدة أو فى عدة لوحات فقط . ولم يكن التساؤل عن خرائط لمناطق واسعة أو لدولة كبيرة ذات تفاوت تضاريسى كبير . فان هذا لا هو مفضل ولا هو ممكن .

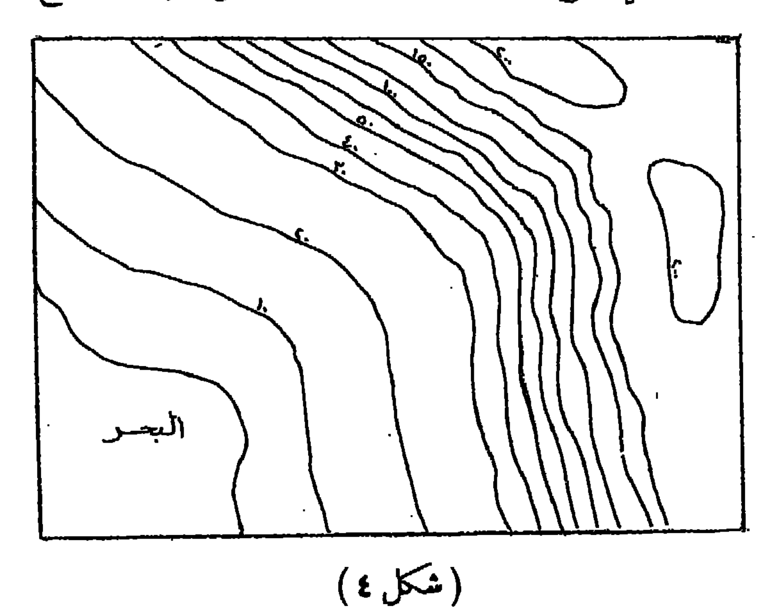
أمثلة كنتورية :

لعله من المفيد أن نورد بعض الأمثلة التى تزيد من فهم الخريطة الكنتورية وإن كان ليس من الممكن أن نحيط بكل الأشكال وكل المسميات . وقبل أن نورد هذه الأمثلة ينبغى التنبيه إلى أنها افتراضية على

أساس الخبرة . كما ينبغى أن نذكر أن هناك من المصطلحات التضاريسية المتخصصة مما تدرسه الجرفلوجية خاصة ما هو مصنف أو متفق عليه بحسب أصل الشكل التضارنسي أو العامل الذى سيطر على تشكيله . مثال ذلك نقطة التجديد ، والمصطبة النهرية ، والكويستا ، والهجباك . . إلخ . ومن ثم فان الخرائطة الكنتورية وحدها لا يجب أن تكون مصدر التسمية أو التصنيف . بل إن هذه التصنيفات تتم عادة بعد الحصول على بيانات جيولوجية وميدانية ومن الصور الجوية . ومع ذلك فإن الأمثلة ذات الوصف الأصولى مما يرد ذكره ينبغى الإلمام بها كأساس هام فى التعرف على ما هو شبيه بها فيما يصادف عند فحص الخريطة الكنتورية .

وهكذا نورد فيما يلى تعليقات موجزة على بعض الأشكال التوضيحية المتنوعة التى توضح بعض المبادىء الخاصة بالخريطة الكنتورية ، وبعض أشكال السطح الهامة فى الدراسة الجرفلوجية .

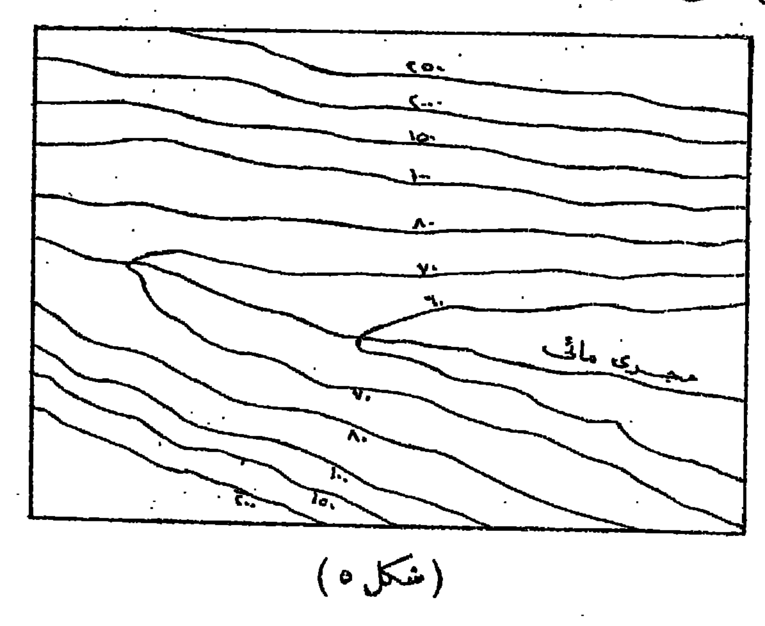
شكل(٤) : يوضح تغير الفاصل الكنتورى فى نفس الخريطة . يتضح ساحل



(شكل ٤)

البحر فى الخريطة ومنسوبه صفر . النطاق الساحلى ليس به تضاريس شديدة ويناسب ذلك فاصل كنتورى صغير (١٠ م) لتأكيد ملامحة . يرتفع سطح الأرض بمعدل أكبر (إنحدار أشد) إبتداء من كنتور ٣٠م فما فوق ، ولذلك تضيق المسافة بين خطوط الكنتور . اتلافىالازدحام الشديد لخطوط الكنتور إذا أبقى على نفس الفاصل أختصرت خطوط الكنتور أى كبر الفاصل الكنتورى إبتداء من خط كنتور ٥٠ بحيث أصبح الفاصل ٢٥ متراً. ليس من الضرورى أن تكتب أرقام الخطوط كلها هو مبين بالشكل .

شكل (٥): يتضح به تغير الفاصل الكنتورى أيضا. لا يتضح ساحل البحر هنا لأن هذه المنطقة بعيدة عن البحر ولا يوجد خط الصفر لأن المنطقة مرتفعة . يرتفع سطح الأرض بمعدل أكبر (انحدار أشد) أبتداء من كنتور ٨٠ فما

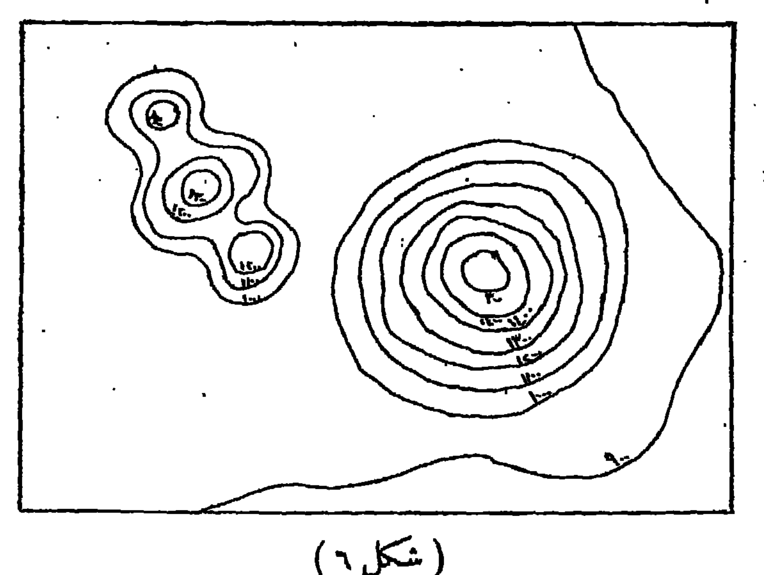


(شكل ٥)

فوق . كبر الفاصل الكنتورى فوق ذلك المنسوب . لو كان الفاصل الكنتورى فى كل الخريطة ٥٠ م لما نبين منسوب المجرى عند كنتورى ٦٠ ،

و ٧٠ م اللذان يقطعانه . لاحظ كتابة الأرقام فى الجزء السفلى من الخريطة (أيمن الوادى) ، ذلك أنها إما تـكتب هكذا وهو الأحسن أو تـكتب فى نفس أماكنها هذه ولـكن مقلوبة .

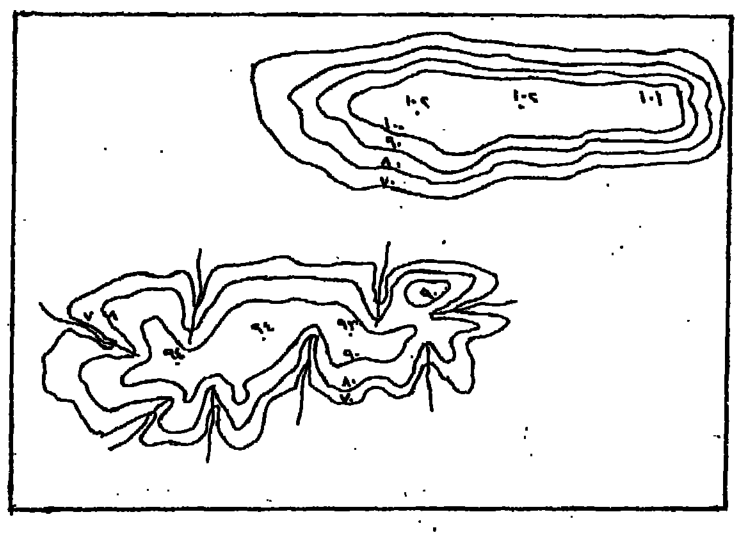
شكل (٦) : تل مخروطى يبلغ ارتفاعه المحلى نحو ٤٠٠ متر (١٤٠٠ — ١٠٠٠م) ، إلى جوارة ثلاثة تلال مخروطية أصغر متصلة عند أجزائها السفلية. كل هذه التلال تقع فى منطقة مرتفعة نظرا لأن قواعد التلال محددة بخط كنتور ١٠٠٠ م (أو أقل بقليل) . المسافات بين الخطوط الـكنتورية التى تمثل هذه



(شكل ٦)

التلال متساوية تقريباً مما يعنى تساوى مقدار الانحدار على جوانب هذه التلال (انحدار مستمر) . هذه الحالة يمكن أن نصادفها فى مناطق النشاط البركانى الحديث . مما يوضح أن هذه المخاريط حديثه نسبيا أن تأثير التعرية فيها قليل كما يتبين من قلة تعرج خطوط الـكنتور ، وكذلك من احتفاظ التل الأكبر بفوهتـــه كما توضح خطوط الـكنتور . لاحظ كتابة أرقام الـكنتور عند الفوهة .

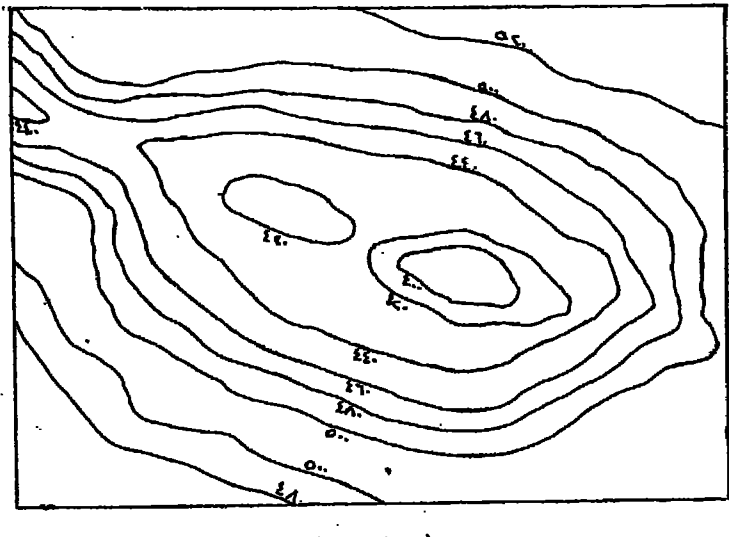
شكل (٧) : فى أعلا الشكل تل مسطح القمة ارتفاعه المحلى نحو ٣٢ متراً . جوانبه متوسطة أو شديدة الانحدار . يتميز هذا التل بقلة التقطع أو التأثر بفعل التعرية . يطلق على هذا الشكل من التلال تسمية ميزا (ميسا) إذا كانت



(شكل ٧)

طبقاته أفقية أو شبه أفقية . فى أسفل الشكل تل آخر إرتفاعه المحلى نحو ٢٤ مترا ، كاد يقطع إلى أجزاء بما ينحدر عن جوانبه من خطوط تصريف موضحة فى الشكل . لكل من هذه الخطوط الصغيرة واد صغير كما يتبين من تعرجات خطوط الكنتور إلى جوار كل خط . يبدو أن هذا التل هو الآخر كان مسطح القمة . مثل هذه التلال يمكن وجودها فى البنية الأفقية كما ألمحنا . ولكن يرجح أن الأول ذا طبقات نفاذة (تتسرب فيها المياه بسرعة نسبيا) والثانى ذا طبقات أقل نفاذية . مما يذكر أيضا أنه لا يسهل عمل خط تقسيم ميـــاه على سطح التل الأول بينما يسهل ذلك نسبياً على سطح التل الآخر .

شكل (٨) : منخفض كبير شبه دائرى يقل منسوب قاعه عن ٤٠٠ متر فوق



(شكل ٨)

منسوب سطح البحر، بينما تصل بعض أجزاء جوانبه إلى أكثر من ٥٢٠ متر ، أى بعمق محلى قدره أكثر من ١٢٠ متر. يتصل هذا المنخفض بجزء منخفض آخر فى الشمال الغربى . لاحظ عدم وجود خطوط تصريف تتجه إلى هذا المنخفض وكذلك قلة التفاوت فى مقدار الإنحدار بوجه عام على جوانبه . لاحظ أيضا مكان كتابة أرقام خطوط الكنتور بالنسبة للخطوط. فهذا هو ما يتبع بالنسبة للمنخفضات التى تقع فوق منسوب سطح البحر . أما يقل منها عن سطح البحر فيكتب على ذلك النحو مع إضافة علامة — (ناقص) ، أو تكتب الأرقام فى جزء « مقطوع » من الخط مع إضافة تلك العلامة أيضا .

شكل (٩) : منخفض طولى يقل قاعه عن ٤٠٠ متر فوق سطح البحر . يمكن اعتبار خط كنتور ٤٨٠ متر هو حد تقريبى له بحسب ما يتبين من هذه الخريطة ، أى بعمق محلى يزيد قليلا عن ٨٠ متر . يتميز هذا المنخفض بشدة إنحدار جانبه الشمالى الشرقى وبطء إنحدار الجانب الجنوبى الغربى . يحتمل أن تكون البنية الجيولوجية فى هذه المنطقة مائلة جهة الشمال الشرقى ، وإذا

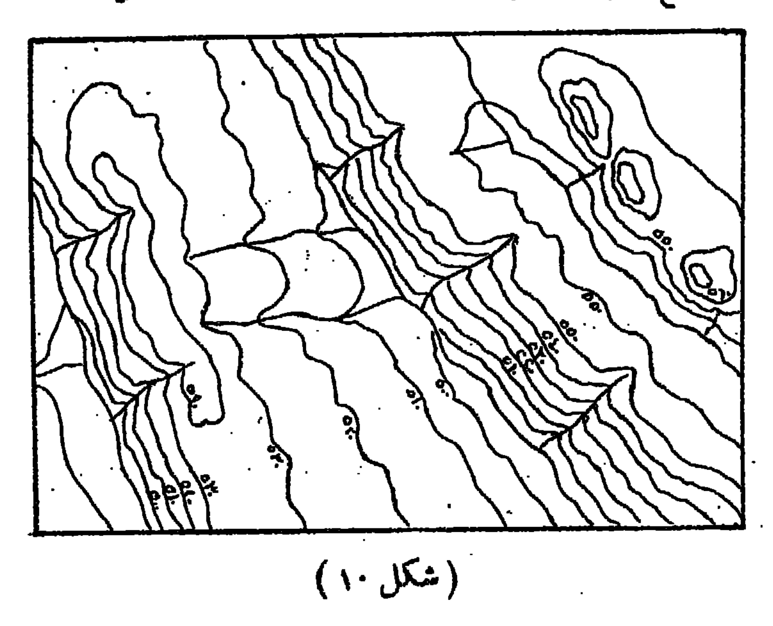


(شكل ٩)

ثبت ذلك يعتبر هذا المنخفض منخفضا تاليا subsequent . لاحظ أيضا وجود بعض خطوط التصريف على المنحدر الشديد ، وتسمى فى هذه الحالة خطوط تعريف عكسية obsequent . يعتبر الثلث الشمالى الشرقى من الخريطة الذى يضم المنحدر الشديد والمنحدر التدريجى إلى الشمال الشرقى مثالا لجزء من كويستا (كوستا) إذا كانت الطبقات مائلة فى هذا الاتجاه . لاحظ كذلك وضع أرقام خطوط الكنتور الموجودة فى الشكل .

شكل (١٠) : بوصف مبسط يمكن القول إن هناك إثنين من المنحدرات الشديدة يتجهان ناحية الغرب يجاور كل منهما منحدر أبطأ ناحية الشرق . ثم هناك منحدر شديد وآخر بطيء فى الشمال الشرقى أقل وضوحا . تمتد فى الأجزاء الواطئة خطوط تصريف طويلة نسبيا بينما تنحدر على المنحدرات الشديدة خطوط قصيرة . أما على المنحدرات البطيئة فتوجد خطوط متوسطة الطول نسبيا . ولكن بفحص جيومورفولوجى أعمق يمكن القول أننا بإزاء أحد أمرين : قد تكون البنيه ذات طبقات مائلة ناحية الشمال الشرقى مع تبادل

طبقات متفاوتة الصلابة مما أدى إلى وجود هذا النمط من أشكال السطح . فنحن بإزاء اثنين من الكويستات يحد كلا منهما خط تصريف طويل و كذلك توجد كويستا ثالثة فى الشمال الشرقى أقل وضوحا وربما أقل امتداداً . وتصنف خطوط التصريف الطويلة التى تجاور وتوازى المنحدرات الشديدة كأحد أنواع خطوط التصريف التالية Subsequent . أما الخطوط القصيرة على

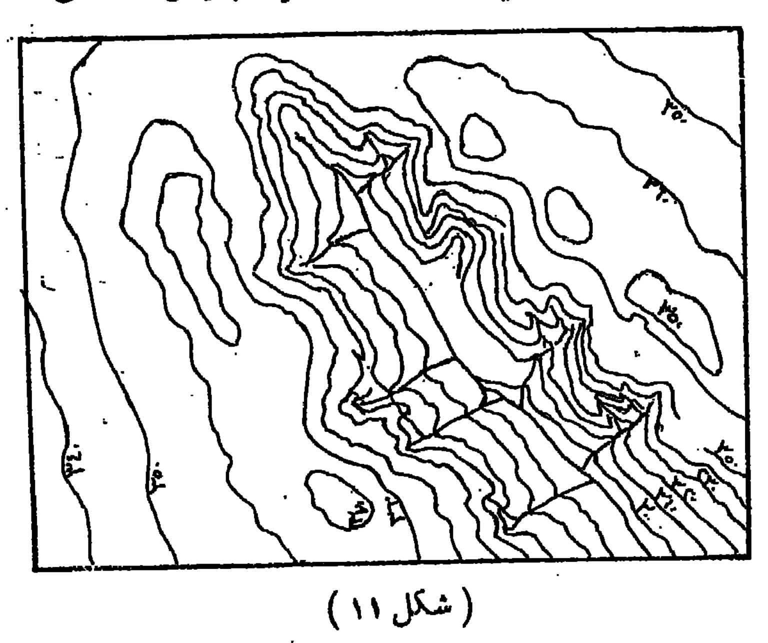


(شكل ١٠)

المنحدرات الشديدة (واجهات الكويستات) فتعرف بخطوط تصريف عكسية obsequent. و تعرف خطوط التصريف متوسطة الطول على منحدرات الميل (المنحدرات الطفيفة) بخطوط تصريف تابعة ثانوية secondary consequent ويعرف هذ المظهر التضاريسى كله بطبغرافية الكويستا . أما الاحتمال الثانى فهو إننا بإزاء ثلاثة خطوط من الانكسارات تمتد بطول خطوط التصريف الطويلة تقريبا (والتى لا تزال توصف فى هذه الحالة أيضا بأنها تالية) . وقد أثرت هذه الانكسارات بشكل أدى إلى ميل الطبقات فيما بينها ناحية الشمال الشرقى . وذلك بحيث أن الأجزاء الصاعدة هى التى ترتبط بالأجزاء

المرتفعة والأجزاء الهابطة هى ما يرتبط بالأجزاء المنخفضة . ويحدث ذلك فى نمط خاص من البنية الإنكسارية التى تساعد على وجود هذا النمط التضاريسى وكذلك نمط الأودية والحواف الانكسارية . وهناك تصنيف لخطوط التصريف التى توجد فى هذا النمط التضاريسى نترك الكلام عنه لمناسبة الكلام عن أنماط التصريف .

شكل (١١) : نلاحظ منحدرين شديدين متقابلين يمثلان جانبى وادى . يتراوح ارتفاعهما المحلى مابين ٣٠٠ و٣٧٠ متر ، أى أن أقصى مدى تضاريسى يبلغ أكثر من ٧٠ مترا بقليل . يوجد منحدران آخران بطيئان أحدهما فى الثلث

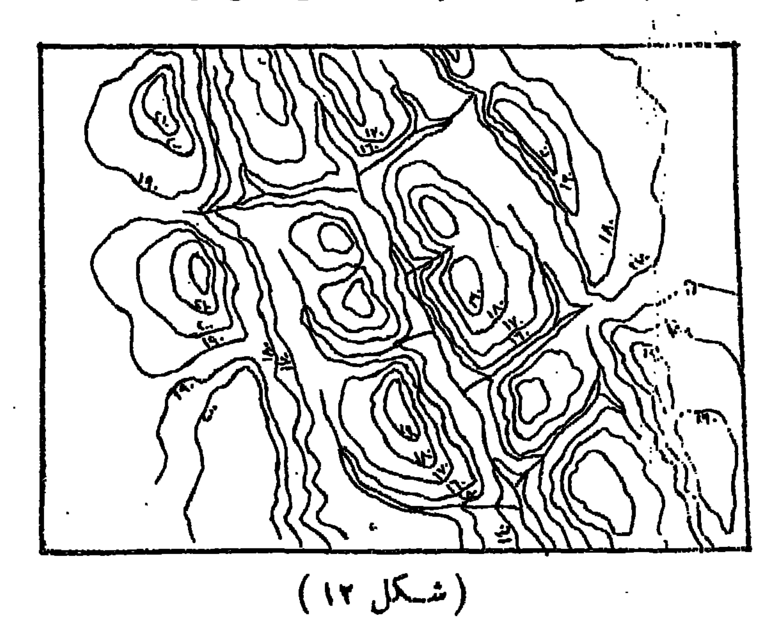


(شكل ١١)

الشمالى الشرقى من الشكل والآخر فى الثلث الجنوبى الغربى بدليل تباعد خطوط الكنتور . فى الغالب أن هذا المظهر التضاريسى يمثل اثنتين من الكويستات تشكل واجهة كل منهما (الانحدار الشديد) جانب الوادى . ويرتبط كل من هاتين الكويستاتين بجانب من جانبى محدب بنيوى تميل فيه الطبقات

فى اتجاه المنحدرين الطفيفين (منحدر الميل) . ويعرف الجدب فى هذه الحالة بأنه محدب منحوت breached anticline على غرار محدب وادى عربة فى مصر . ويرجح أن الطبقات الصخرية صلبة نسبياً فى طرفى المحدب كما أنها قليلة التباين مما لم يساعد على نمو خطوط تعريف خطوط الظهور (خطوط المضرب) ، ولا حتى تراجع أعالى خطوط التعريف العكسية بدرجة كبيرة . يعرف خط التصريف الرئيسى فى مثل هذه الحالة بأنه خط تصريف على طول محور محدب . هذه الاحتمالات هى الأرجح لمثل هذا النمط التضاريسى . إلا أنه ليس من المستبعد أن يرتبط مثل هذا النمط فى حالة الأخاديد الانكسارية grabens التى تجاورها أحيانا أشكال تضاريسية تشبه الكويستا أو على هيئة حواف إنكسارية . ولهذا لا يكتفى فى البحث الجيوفلوجى بالخريطة الكنتورية .

شكل (١٢): أثنتان من الكويستات فى النصف الشرقى من الشكل وأخريان فى النصف الغربى ، ترتبطان غالبا بمحدب محنوت على غرار ماسبق وصفه فى



(شكل ١٢)

شكل (١١) . ولـكن هذا المحدب يتميز جانباه بتبادل طبقات صلبة مع طبقات ضعيفة بحيث ساعد ذلك على تطور هذه الكويستات الكبرى الأربعة. لاحظ نمو خطوط التصريف التالية التى أستقرت فى نطاقات ذات صخور ضعيفة . كذلك لاحظ نمو خطوط التصريف العكسية أكثر مما هو فى شكل (١١) . يمثل هذا الشكل نموذجا كنتوريا لما يعرف بالتضاريس المقلوبة .revesred topography

شكل(١٣): عدد كبير من الـكويستات يرتبط معظمها بمقعر بنيوى نمت فيه شبكة نهرية وتطورت على جانبيه أيضا بعض الـكويستات . ولـكن يلاحظ هنا أن واجهات الكويستات فى عكس الوضع الذى سبق ذكره فى حالة المحدب المنحوت. من الضرورى أن يتوفر لتطور هذا النمط هو الآخر صخور صلبة وأخرى ضعيفة فى نظام متبادل (صلب ثم ضعيف ثم صلب وهكذا). لاحظ أن جانبى

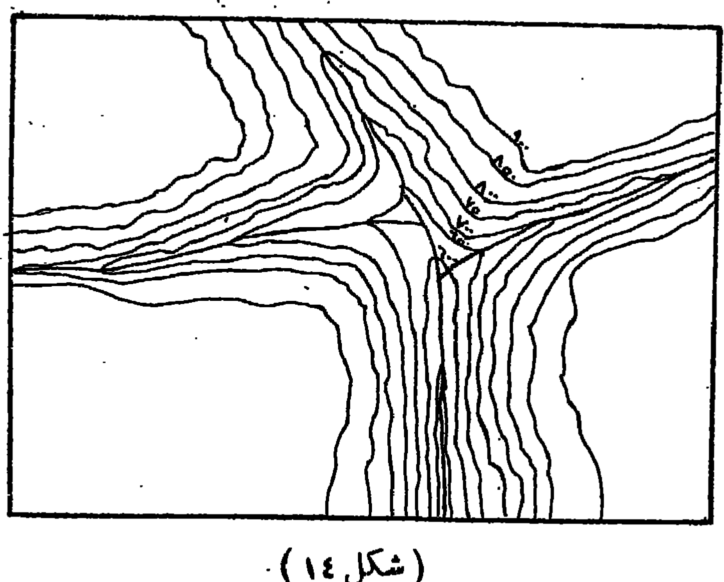


شكل (١٣)

المقعر يمكن أن يكونا أيضا جانبى محدبين مجاورين . ويتضح ذلك من فحص خطوط المجارى النهرية فى أقصى غرب الشكل وفى الشمال الشرقى . مما

يذكر أن المقعرات البنيوية التى يتطور عليها تصريف وتضاريس بهذا الشكل أقل نسبيا من المحدبات المنحوتة التى يمثلها شكلا (١١) ، (١٢) .

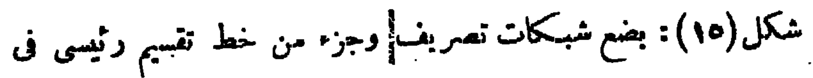
شكل (١٤) : خريطة كنتورية تفصيلية تمثل جزءاً من واد فى أواسط مرحلة



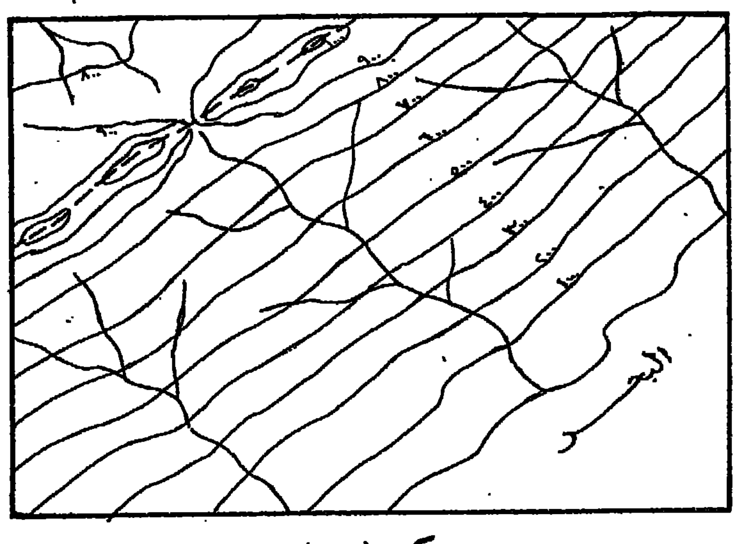
(شكل ١٤)

الشباب وله رافدان فى نفس المرحلة تقريبا . لاحظ أن الفارق الكنتورى ٥٠ مترا وأن هذه الخريطة يمكن أن تكون بمقياس يتراوح بين ١ : ٢٥٠٠٠ ، ١ : ١٠٠٠٠٠ . أما إذا وجد مثل هذا الشكل فى خريطة بمقياس ١ : ٥٠٠٠٠٠ مثلا (أى بمقياس أصغر مما سبق) فيلاحظ أن الانحدارات التى تمثلها خطوط الكنتور تكون أبطأ، ولا يسهل وصف الوادى بأنه فى مرحلة الشباب نظرا لشدة انفراج جوانبه على غير ما هو مألوف عن مرحلة الشباب . فإذا كانت هذه الخريطة ذات مقياس كبير عما ذكر أولا فان شدة الإنحدار التى يمكن حسابه للوادى ولرافديه توضح أننا بازاء مرحلة الشباب .. لاحظ كذلك شدة انحدار القطاع الطولى كما يتضح من كثرة تقاطع خطوط

الكنتور مع خطوط الجريان على مسافات أفقية قصيرة (هذه خريطة بمقياس كبير) .



شكل (١٥) : بضع شبكات تصريف وجزء من خط تقسيم رئيسي في

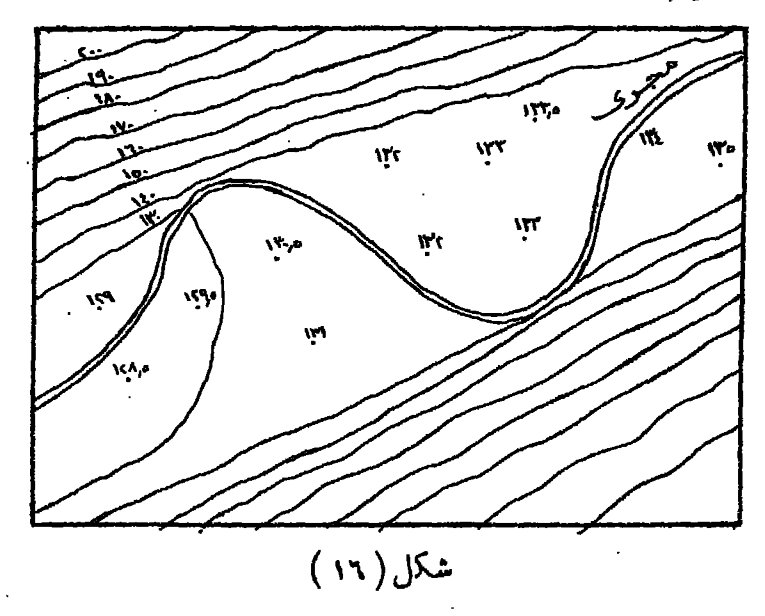


شكل (١٥)

خريطة كنتورية ذات فاصل كنتوري قدره ١٠٠ متر . لاحظ في هذا الشكل أن خطوط الكنتور لاتتراجع كالمعتاد ناحية أعالي خطوط التصريف على غرار مانجده في معظم أمثلة الأودية (المثال السابق مثلا) . وتفسير ذلك لايخرج عن أمرين هما : إما أن الخريطة ذات مقياس رسم صغير وفارق كنتوري كبير لايسمحان بتمثيل تعرجات خطوط الكنتور ناحية أعالي خط التصريف ، أو أن هذه الأودية ليست فسيحة وعميقة بقدر كاف نظراً لأنها يمكن أن توصف بأنها في مرحلة الشباب المبكر أو الشباب عموما . ويمكن أن نجد التأثيرين معا في بعض الخرائط كما هو الحال بالنسبة لبعض خطوط التصريف المتجهة إلى البحر الأحمر في لوحات ١ : ٥٠٠٠٠٠ . فهذه لوحات صغيرة نسبيا وفارقها الكنتوري كبير بحيث نجد أمثلة مشابهة لهذه الحالة حيث لا تتراجع

خطوط الـكنتور بمقدار ملموس على نحو ماهو معتاد . ولذلك فإنه ينبغى فى الدراسة الجرفلوجية لمثل هذه الحالات أن يرجع إلى خرائط أكثر تفصيلا (بمقياس أكبر) إن وجدت ، وإلى الصور الجوية ، وإلى الدراسة الميدانية إذا كان الهدف دراسة وافية وتفصيلية .

شكل (١٦) : جزء من وادى نهرى فى خريطة تفصيلية بمقياس

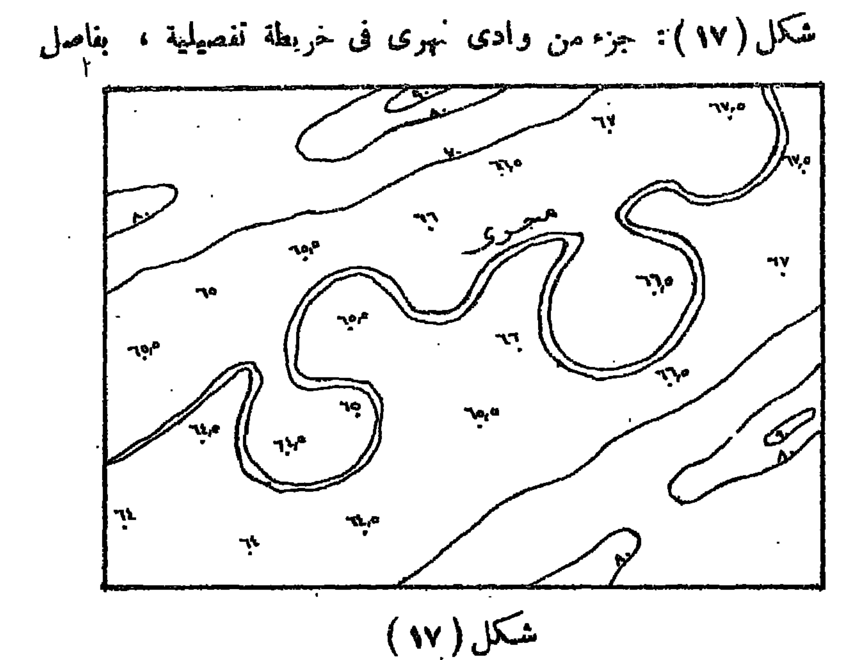


شكل (١٦)

١ : ٢٥٠٠٠ مثلا ، والفاصل الـكنتورى ١٠ أمتار مما يوضح أن جانبى الوادى يعدان ضمن المنحدرات المتوسطة عامة . كذلك لاحظ قلة خطوط الـكنتور التى تتقاطع مع المجرى بعـكس ماسبق توضيحه عن الوادى فى مرحلة الشباب . هناك خط واحد فقط ويمـكن أن نجد لوحة بهذا المقياس لواد جانباه بهذه الخصائص ولايتقاطع أى خط كنتور مع المجرى فى كل اللوحة ، ومرجع ذلك بطء انحدار خط المجرى أى بطء انحدار القطاع الطولى. ويوضح ذلك أيضا ما يوجد من نقط مناسيب تبين مناسيب السهل الفيضى . ويتضح منها أن خط كنتور ١٤٠ لايتقاطع مع المجرى غالبا إلا بعد مسافة طويلة

جهة أعالى النهر . لاحظ أيضا أن المجرى متعرج ويلتقى بحضيض جانب الوادى فى أكثر من مكان كما لو كان الوادى ضيقا إلى حدما عن ثنيات المجرى . وفى ضوء هذه الأوصاف فيمكن أن يوصف هذا المجرى وواديه بأنهما فى مرحلة النضوج . مما ينبغى ذكره أن خطوط كنتور جانبى الوادى رسمت بشكل بسيط نسبيا وقلما توجد بهذه الاستقامة فى الطبيعة .

شكل (١٧): جزء من وادى نهرى فى خريطة تفصيلية ، بفاصل

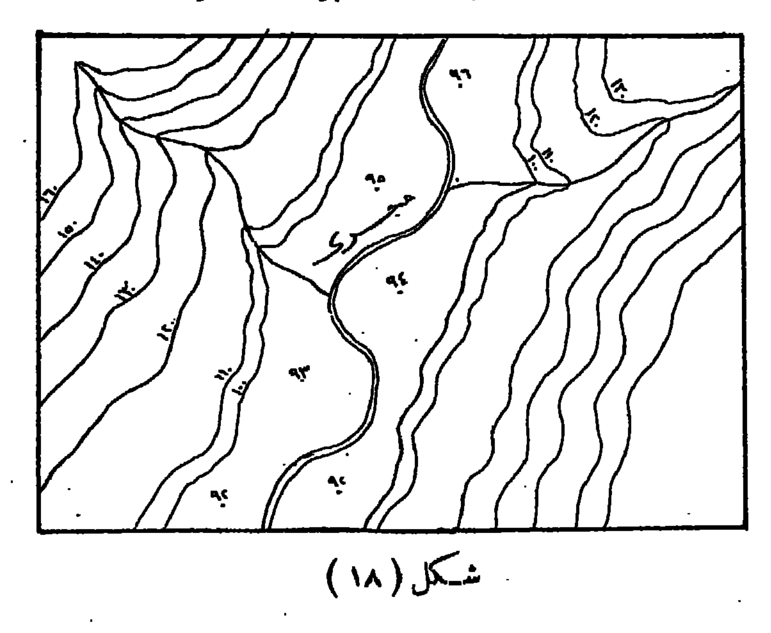


شكل (١٧)

كنتورى ١٠ أمتار يمثل مرحلة الشيخوخة . ونظراً لقلة عدد خطوط الكنتور وصغر الفاصل الكنتورى مع تباعد الخطوط على جانبى الوادى وكبر مقياس الخريطة فيعد انحدار جانبى الوداى بطىء جدا . كذلك فان انحدار المجرى يعد بطيئا هو الآخر إذ أنه نحو ٤ أمتار فقط بطول كل الخريطة فضلا عن أنه أطول من الخريطة لوجود الثنيات . لاحظ أن الثنيات أكثر من ثنيات مرحلة النضوج كما أن بعضها شديد التقوس يقرب من

الشكل الدائرى . وأن الثنيات لاتحتك بجانبي الوادى فذلك نادراً مايحدث في مرحلة الشيخوخة . فما يعرف بطاق الثنيات (أى النطاق الذى تشغله الثنيات ويحده خطان يصلان بين الأطراف الخارجية للثنيات أقل من اتساع السهل الفيضى. مما يذكر أيضا أنه يمكن أن توجد فى الخريطة الكنتورية (أو الطبغرافية) بقايا لما يعرف بالثنيات المقتطعة . كما أنه من الممكن أن توجد بعض النطاقات الضيقة التى تجاور المجرى فى بعض الأجزاء على مناسيب أكثر قليلا (مترين أو ثلاثة مثلا) من السهل الفيضى . وتعرف هذه النطاقات بالجسور الطبيعية وقد تظهرها نقط المناسيب ولكنها غير موضحة فى هذا الشكل .

شكل (١٨) : جزء من وادى نهرى فى خريطة تفصيلية فاصلها

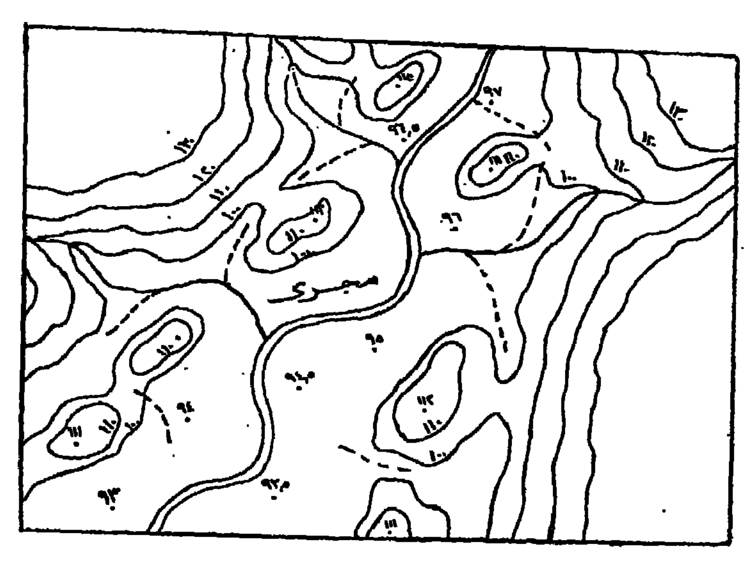


شكل (١٨)

الكنتورى ١٠ أمتار. لاحظ أن خطى كنتور ١٠٠، ١١٠ متقاربين ويأتى بعد خط ١١٠ نطاق فسيح نسبيا ينحصر بين ذلك الخط وخط كنتور ١٢٠. وهذا يدل

على شدة انحدار الجزء المنحصر ما بين ١٠٠ ، ١١٠ وبطء انحدار النطاق الأوسع بين ١١٠، ١٢٠ . حالة كهذه تلفت النظر إلى وجود مصطبة أو مدرج . ولكن ليس من الممكن البت فيما إذا كانت مصطبة بنيوية مرتبطة بصخور شديدة المقاومة أو مصطبة ناتجة عن نحت النهر في سهله الفيضى (أو فى الصخر الأصلى) بسبب التجديد . والمقصود بالتجديد هو زيادة نشاط النهر من حيث قدرته على النحت. وهناك بضعة أسباب لتجديد قدرة النهر من أهمها انخفاض مستوى القاعدة ، وهو مستوى مصب النهر . وفيما يتعلق بتلك المصطبة التى توضحها خطوط الكنتور فى ذلك الشكل ينبغى إجراء فحص ميدانى فيما بين خطى ١٠٠ ، ١١٠ وكذلك ما بين ١١٠ ، ١٢٠ للتعرف على ما يوجد من إرسابات أو إرسابات وصخور للبت فيما إذا كانت مصطبة بنيوية أو ناتجة عن النحت النهرى بسبب التجديد . ويوضح هذا الشكل أن هذه مصطبة لم يتعرض سطحها لتعرية شديدة نظراً لما يوضحه استمرار خطوط الكنتور لمسافات طويلة ، أى أنها قليلة التقطع . والحقيقة أنه نادراً ما يوجد مثل هذا الاستمرار وقلة التقطع أيا كان نوع المصطبة ، والمثال التالى أقرب إلى الحالات الفعلية .

شكل (١٩) : جزء من وادى نهرى يشبه المثال السابق فيما عدا أن خطوط الكنتور التى تمثل المصطبة ليست متصلة ، وأن هناك بعض خطوط الجريان المؤقت التى أوضحت بخطوط متقطعة . وتشير خريطة كهذه إلى وجود بضع ربوات طفيفة الارتفاع ، مبعثرة على طول جانبى السهل الفيضى وتزيد عنه قليلا فى الارتفاع وبفحص خطوط الكنتور وما قد يتوفر من نقط مناسيب تمثل هذه الربوات والسهل الفيضى يمكن تبين شيئا من الاتفاق فى منسوب هذه البقايا بالنسبة للسهل الفيضى. وما ينبغى أن يتبادر إلى ذهن فاحص الخريطة

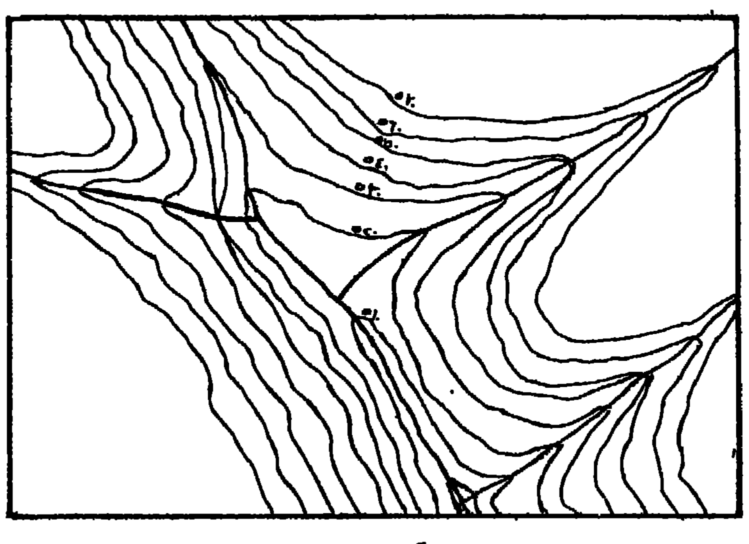


شكل (١٩)

بصدد مثل هذه الحالة أن هذه الربوات هي غالبا بقايا شكل تضاريسي متصل بمحاذاة أطراف السهل الفيضي أو عند حضيض جانبي الوادي . ويشبه هذا الشكل المتصل ماسبق تمثيله في الشكل السابق . ولكن المثال الذي نحن بصدده يمثل حالة أقرب إلى الحالات الفعلية لبعض المصاطب. ذلك أنه لا توجد مصاطب مكتملة أو مستمرة بل عادة ماتوجد بصورة مقطعة على هيئة مرتفعات طفيفة مبعثرة تعلو قليلا عن السهل الفيضي . إلا أنه مع ترجيح هذا الشكل كمصطبة في ضوء هذه الملاحظات من الخريطة فالأمر يتطلب بحثا ميدانيا لمعرفة ما إذا كانت هذه مصطبة بنيوية أو أنها أحد أنواع المصاطب النهرية . وأخيرا لايصح أن ننهى هذا الكلام دون ذكر أن المصاطب الرئيسية أو الكبيرة أى ذات الارتفاع المحلي الكبير والامتداد المساحي الواسع هي التي يمكن أن تتضح في الخريطة الكنتورية . بينما هناك كثير من المصاطب التي لا يمكن أن توضحها الخريطة الكنتورية العادية نظرا لقلة

الارتفاع المحلى للمصطبة ، وربما لقلة الامتداد الساحى أيضا .

شكل (٢٠) : وادى رئيسى ضيق القاع يحتوى على نهر ذى قطاع طولى ينحدر بمعدل منتظم إلى حد واضح أما الرافدين الشرقيين فيحتوى كل منهما على جزء (نقطة) شديد الانحدار ينحصر بين منسوبى ٥٤٠ ، ٥٥٠ متر . وكذلك يوجد جزء مشابه ينحصر مابين منسوبى ٥٣٠ ، ٥٤٠ فى القسم

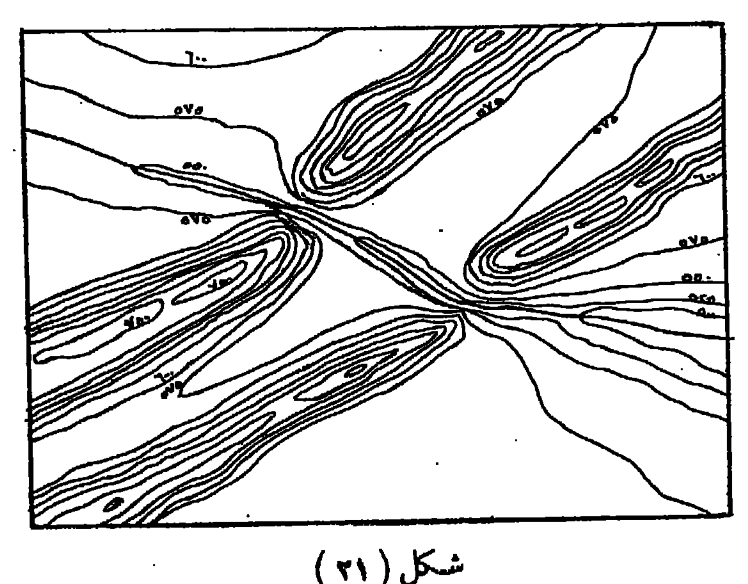


شكل (٢٠)

الأدنى من الرافد الغربى . وتظهر هذه الأجزاء (النقط) عادة فى الطبيعة على هيئة شلال أو جزء قصير شديد الانحدار جداً تزداد فيه سرعة التيار عن بقية الأجزاء . وتعرف مثل هذه الأجزاء بنقط التجديد . وقد تكون هذه النقط ذات أصل بنيوى كأن يتسبب فى وجودها صخر صلب لم يستطيع النهر تمهيد مجراه فيها ، أو بسبب إنكسار . كما قد تعزى إلى إنخفاض سريع وكبير نسبيا فى مستوى قاعدة النهر مما يؤدى إلى وجود جزء يتميز بشدة الانحدار يبدأ ظهوره عند المصب ويأخذ فى التراجع ناحية أعالى

النهر وروافده . كما قد توجد مثل هذه الظاهرة فى بعض الروافد نتيجة لتعرض الوادى الرئيسى لنحت جليدى أكثر مما تعرضت له الأودية الرافدية . وبعدما يتراجع الجليد وتصبح هناك مياه جارية تكون قيعان الأودية الرافدية فى أجزائها الدنيا على مناسيب أعلى من منسوب قاع الوادى الرئيسى ، على غرار ما يتضح فى الوادى الغربى فى شكل (٢٠) . وتوصف مثل هذه الأودية بأنها أودية معلقة hanging valleys . أما إذا كانت نقطة التجديد بعيدة أى فى داخل الوادى بمسافة مرموقة فلا يوصف الوادى بأنه معلق ، ويقال أنه يحتوى على نقطة تجديد .

شكل (٢١) : خريطة لجزء من وادى نهرى غير مألوف الشكل .



شكل (٢١)

فجوانبه غير محددة ولا يسهل تصنيفه بحسب مراحل دورة التعرية . والمهم هنا أنه توجد حافتان تمتدان امتداداً عرضياً على المجرى ويضيق عندهما الوادى كثيراً . وإذا وجد مثل هذا المظهر غير المألوف فى الشكل فينبغى أن يتطرق

التفكير إلى أحد أمور ثلاثة : الأمر الأول هو إما أننا بإزاء جزء من نهر منطبع superimposed والأمر الثانى هو أننا قد نكون بإزاء جزء من نهر سابق (سالف ، مناضل) antecedent ، أما الأمر الثالث هو أننا قد نكون بإزاء جزء من نهر يمر على ظواهر طبقات شديدة الميل توجد بينها طبقتان شديدتا المقاومة ارتبطت بهما هاتان الحافتان . وبطبيعة الحال تتلخص فائدة الخريطة الكنتورية هنا فى إبراز الظاهرة وتوضيح الشكل العام للحافتين وما يجاورهما . ولذلك فينبغى للبحث عن تفسير هـــذه الظاهرة فى الخصائص البنيوية والجرفلوجية التفصيلية للمنطقة وما يجاورها لترجيح أى من الاحتمالات الثلاثة سابقة الذكر .

ويمكن وصف الجزء المنطبع بأنه جزء من نهر يتخذ امتداداً ما لا يتوافق مع البنية التى يجرى عليها . ومرجع ذلك أنه نشأ على سطح أصلى ذى بنية سطحية أخرى تختلف عن البنية التى يجرى عليها حالياً . وتتكون الأجزاء المنطبعة نتيجة للتعميق وإزالة سمك من الصخور يعلو سمكاً آخر يختلف عنه بنيوياً . فإذا وصل هذا الجزء من النهر إلى الصخور السفلية هذه فيعتبر جزءاً نهرياً منطبعاً . ومعنى هـذا أن هذا الجزء من النهر يزيل الصخور السطحية أولا ثم يقطع ما يعرف بسطح عدم التوافق — وهو السطح الذى يفصل بين النظامين البنيويين — ويستقر بعد ذلك فى البنية السفلية على نحو ما ذكر . ونتيجة لأن الجزء المنطبع يفرض على البنية السفلية بما قد يحتويه سطح عدم التوافق من تضاريس ليست من نتاج التعرية التى يقوم بها هذا الجزء المنطبع فتوجد أحيانا علامات توضح أن هذا الجزء مفروض على هذه البنية أو طبع فيها . ومن بين هذه العلامات ما وضح بالشكل الذى نحن بصدده .

أما الجزء (النهر) السابق فيمكن وصفه بأنه جزء تعرض لحركة تكتونية

ما (انكسارية أو التوائية) فى اتجاه عرضى أو شبه عرضى على النهر ، بحيث أن هذه الحركة كادت تؤدى إلى تحويل المجرى إلى اتجاه آخر . إلا أن النهر استطاع أن يحافظ على اتجاهه بواسطة النحت فى الشكل البنيوى الناتج عن هذه الحركة الأحداث من وجود النهر . وهكذا فعلى حين أنه قد يظهر تأثير الحركة التكتونية على جانبى الوادى وفى الأجزاء المجاورة لها فإن النهر يظل محافظاً على اتجاهه الأصلى عامة . ويعنى هذا أن وجود هذا الجزء من النهر سابق للحركة التكتونية التى حدثت ومن هنا يمكن تسميته بالجزء السابق أو السالف . كما أنه يسمى بالجزء المتاضل نظراً لأنه ناضل من أجل الاستمرار فى اتجاهه ولم يحول .

أما الاحتمال الثالث الذى قد يعزى إليه هذا المظهر التضاريسى فى الشكل الذى نحن بصدده فهو وجود طبقات شديدة الميل ومن بينها طبقتان تتميزان بشدة المقاومة . وقد تكون الطبقات مائلة فى اتجاه النهر أو ضده . وفى كلتا الحالتين يمكن أن تتعرض ظواهر الطبقات الضعيفة للنحت على نطاق واسع على حين يبقى ظاهرة كل من الطبقتين المذكورتين أكثر بروزاً أو ارتفاعاً لشدة مقاومتها للنحت النهرى .

ولا ينبغى أن يقتصر الأمر على الاحتمالات الثلاثة سابقة الذكر . بل ينبغى التفكير فى احتمالات أخرى حتى لو كان بعضها أقل أهمية من بين هذه الاحتمالات مثلا أن يكون هذا الجزء من النهر سابقاً ومنطبعاً فى الوقت نفسه . أو أن يكون هذا الجزء من النهر وواديه حديث التكون نسبياً نتيجة للأسر النهرى الخطى عبر محور سلسلة جبلية أو أكثر كانت تشكل منطقة تقسيم ... إلخ .

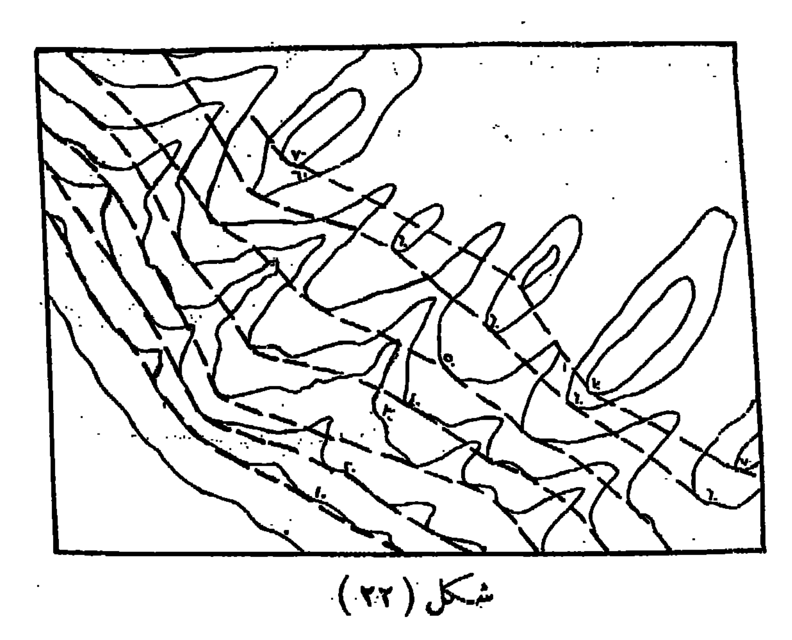
وما سبق من أشكال توضح بعض الخصائص أو الظاهرات الجرفلوجية هى أمثلة عامة فقط لما يمكن أن توضحه الخريطة الكنتورية ولا يمكن أن نورد أمثلة لجميع الظاهرات. ويتضح تباعاً ما يمكن أن تفيد به من الخريطة الكنتوريه فى التحليل الجرفلوجى إلى جانب ما سبق ذكره من أمثلة كنتورية جرفلوجية.

خطوط الكنتور المبسطة (المعممة) :

من المعروف أن الخريطة الكنتورية فيها بعض التبسيط نظراً لما تغفله خطوط الكنتور من تفصيلات دقيقة فى أشكال السطح. وتزداد درجة التبسيط بازدياد الفاصل الكنتورى. ويلاحظ أن الحاجة إلى هذا التبسيط تصبح ضرورية فى المناطق شديدة التضرس ذات الفوارق التضاريسية الكبيرة.

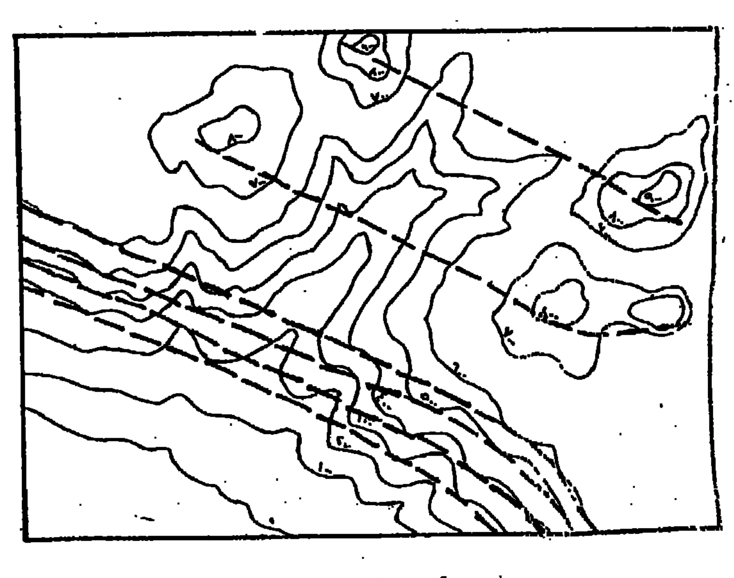
وفضلا عن هذه الصورة من التبسيط فهناك حالة أخرى يمكن أن يقوم بها الجرفلوجى أحياناً لتوضيح حالة السطح قبل أن يصل إلى صورته الراهنة. وقد يصل هذا التبسيط فى بعض الحالات إلى درجة كبيرة تؤدى إلى ظهور أشكال تضاريسية لا تمت للأشكال الراهنة إلا بقليل من الصلة. ويتضح فى شكل (٢٢) مثال لقليل من التبسيط وفى شكل (٢٣) مثال للكثير منه.

وتتفاوت درجة التبسيط التى تجرى بالخريطة الكنتورية تبعاً لوجهة نظر الباحث والوضع أو الأوضاع القديمة التى يرى توضيحها. فبعدما يتيسر جمع بيانات كافية جيولوجية وجرفلوجية مكتبية وميدانية عن منطقة دراسته



شكل (٢٢)

قد توحى هذه البيانات بإجراء تبسيط فى صورة ما . وقد يكون هذا التبسيط فى عدة صور تمثل عدة مراحل لتطور تضاريس منطقته . ويمكن القول بشكل عام أنه كلما ازدادت درجة التبسيط فإن ذلك يعنى البحث فى مرحلة أكثر



شكل (٢٣)

قدماً . أما إذا كان التبسيط بدرجة قليلة فذلك يعنى البحث فى مرحلة أقل قدماً .

وينبغى ألا تؤخذ خطوط الكنتور المبسطة على أنها تمثل الوضع الفعلى الذى كان موجوداً فى مرحلة سابقة . وإنما تشير هذه الخطوط إلى الوضع التقريبى للشكل العام لسطح الأرض فى وقت سابق . ويراعى فى عمل هذه الخطوط المبسطة بضعة اعتبارات من بينها تأريخ حدوث الحركات التكتونية والثوران البركانى — إن وجدت مثل هذه الحوادث — بالنسبة للأشكال الناتجة عن التعرية . فقد تكون تلك الحركات مسئولة عن وجود بعض الأشكال البنيوية التى تلت تكون الأشكال التحاتية . ومن ثم فلا يصح أن تؤخذ هذه الأشكال البنيوية كبقايا للسطح الأصلى الذى نشأت عليه الشبكة النهرية أو الذى تعرض لتعرية من نوع آخر . كذلك مما يؤخذ فى الحسبان الكيفية المحتملة لتراجع السفوح ، والمعدلات التقريبية لتراجع خطوط التقسيم . ذلك أنه من الممكن أن تتراجع خطوط التقسيم فى اتجاه ما بمعدل أسرع منه فى اتجاه آخر . كذلك ينبغى الإلمام بتغيرات مستوى سطح البحر لما لذلك من أهمية فى تحديد مناسيب خطوط الكنتور المبسطة .

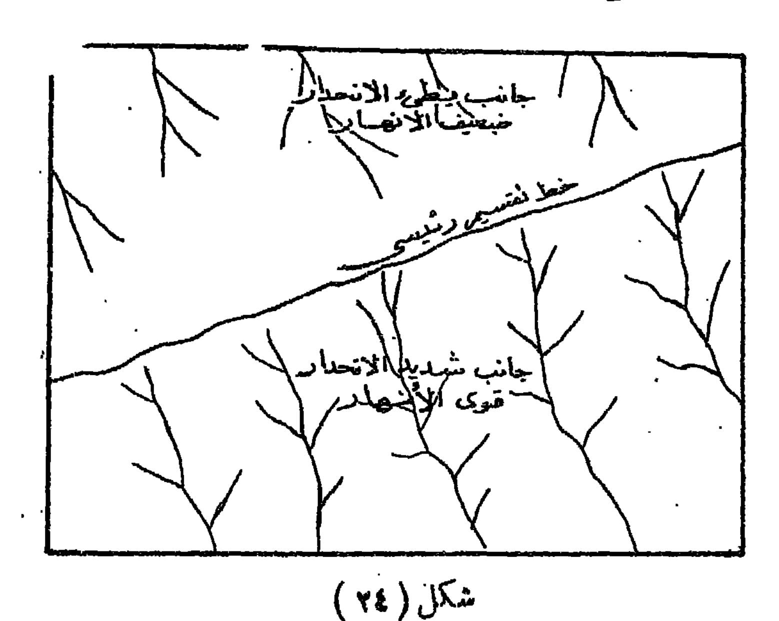
خطوط التقسيم المبسطة (المعممة) :

من المعروف أن خطوط التصريف النهرى تزداد طولا بمرور الوقت فى داخل مناطق التقسيم . وذلك نتيجة لما يعرف بالتراجع جهة « المنابع » .

ومن المعروف أنه يمكن أن تنشط بعض أعالى المجارى النهرية فى تعميق أوديتها . وهذا مما يساعد بالتالى على زيادة طولها فى داخل أراضى ما بين الأودية أكثر مما يحدث بالنسبة لبعض خطوط التصريف التى تقع فى الجانب

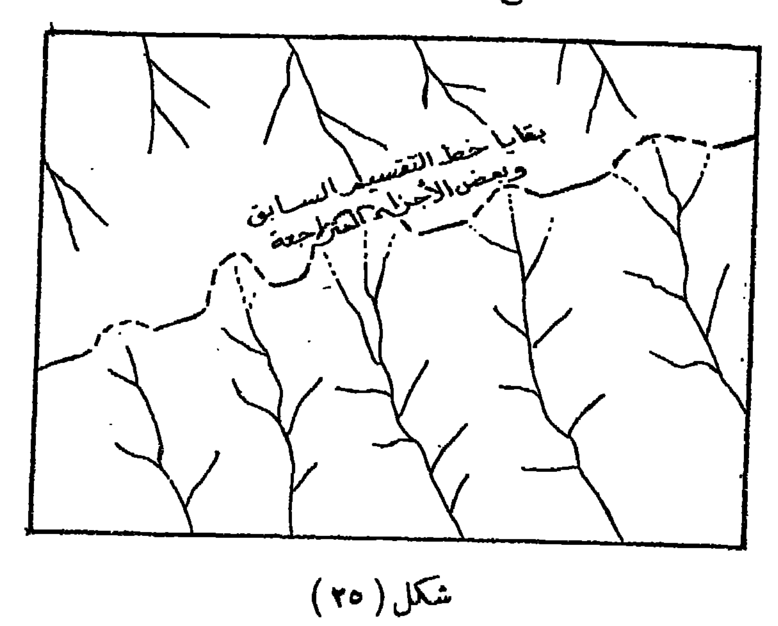
الآخر من خط التقسيم . وقد يكون هـذا التفاوت فى التراجع جهة المنبع كبيراً بقدر يؤدى إلى حدوث أسر نهرى . ذلك أن الروافد التى تتميز بنشاط أكبر وتتراجع فى أراضى التقسيم بمعدل أسرع تضم مساحات وروافد كانت تدخل ضمن الحوض المجـــــاور ، أى فيما وراء خط التقسيم قبل حدوث الأسر .

وهناك من الأدلة مايؤدى إلى القول بأن خطوط التصريف قد تتراجع فى داخل أراضى ما بين الأودية بمعدل أسرع من تراجع بعض أجزاء خطوط التقسيم التى لم تصل إليها روافد نشطة . ولتوضيح ذلك نفترض أن هناك سلسلة جبلية أخذت بعض خطوط التصريف تتراجع فى جانب منها أسرع من خطوط الجانب الآخر . فهذا يؤدى إلى تراجع خط التقسيم الأصلى فى بعض الأجزاء حيث تتراجع خطوط التصريف بينما تبقى أجزاء أخرى من خـط التقسيم الأصلى دون تراجع . ومرجع ذلك عدم وجود خطوط تصريف بنفس القوة تتراجع منها ، شكل (٢٤ ، ٢٥) .



شكل (٢٤)

وفى ضوء ذلك فإنه يمكن عمل خط يصل بين البقايا المحتملة لخط التقسيم الأصلى لتقدير مقدار التراجع الذى أنجزته خطوط التصريف النشطة . والخط



شكل (٢٥)

الناتج عن التوصيل بين هذه البقايا يمكن تسميته بخط تقسيم مبسط (معمم). وبعد عمل هذا الخط يرسم خط التقسيم الرئيسى الفعلى (الحالى) . وإذا تبين أن هذا الخط الحالى يحصر مساحات بينه وبين خط التقسيم المبسط فإن هذه المساحات تساعد على ترجيح حدوث أسر نهرى لصالح مجارى جانب من جانبى خط التقسيم .

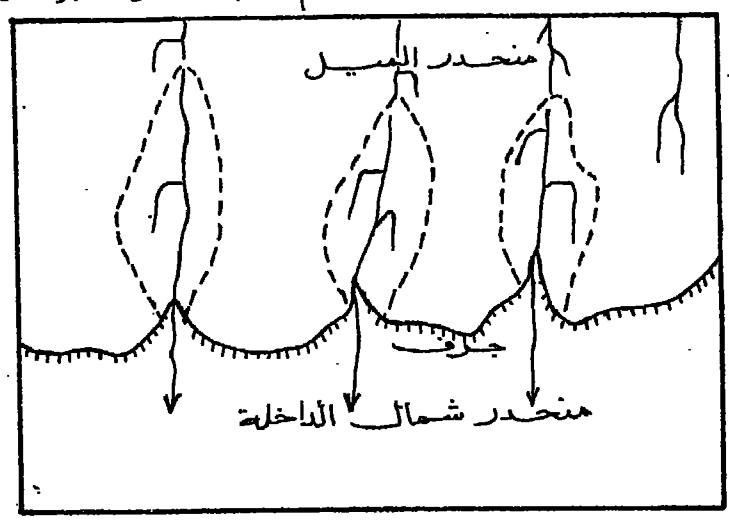
إلا أنه مما ينبغى ذكره أن هذه المسافات التى تنحصر بين الخطين يمكن أن تكون مساحات تقريبية . كما أن مسألة تأريخ حدوث الأسر ليست سهلة بوجه عام، ولا تمكن هذه الطريقة من البت فى هذه المسألة بدقة . كما أنه ينبغى تدعيم صحة أسر هذه المساحات بما يوجد من علامات أسر أخرى ومنها خطوط التصريف المقوفة فضلا عن الأدلة الميدانية التى ينبغى تتبعها .

ومن الأمثلة الجيدة التي تمثل هذه الحالة بصورة واسعة النطاق ما يمكن عمله في مناطق التقسيم بين التصريف المتجه إلى البحر الأحمر والتصريف المتجه إلى النيل . ذلك أنه يمكن عمل خط تقسيم مبسط بالإستعانة بالبقايا الرئيسية للأجزاء المرتفعة ثم خط تقسيم فعلي . ومن ثم تتضح مساحات مرموقة توضح أن هناك أسراً في صالح الخطوط المتجهة إلى البحر الأحمر . ولعله توجد مثل هذه الحالة في جهات كثيرة من العالم وذلك حيث توجد بعض خطوط التصريف النشطة في جهة وخطوط تصريف ضعيفة في جهة أخرى . ويمكن أن نلاحظ هذه الحالة بمنطقتنا العربية على جانبي البحر الأحمر وفي جنوب شبه الجزيرة العربية وغيرها .

أما عن الأمثلة الفعلية ضيقة النطاق فيمكن أن نجد كثيراً منها في مناطق مشابهة حيث تساعد بعض الظروف وخاصة مستوى القاعدة على زيادة نشاط المجارى النهرية في جانب وضعفها نسبيا في جانب آخر من خط التقسيم . فضلا عن الأمثلة الصغيرة التي يمكن تبينها في المناطق سابقة الذكر لابد أن هناك أمثلة عادة حيث توجد منخفضات أو أودية تالية subseouent تمتد في إتجاه خط الظهور . ففي مثل هذه المنخفضات والأودية توجد خطوط تصريف عكسية obsequent . وعادة ما يتيسر لهذه الخطوط أسر مساحات ولو صغيرة مما وراء خط التقسيم الرئيسي المبسط الذي يحدد المنحدرات المتجهة إلى هذه المنخفضات أو الأودية . ومرجع ذلك أن خطوط التصريف العكسية تتراجع نحو « المنبع » بمعدل أسرع من تراجع المنحدرات الرئيسية ذاتها عادة . وإذا كنا بصدد أمثلة صغيرة لهذه الحالة في مصر فيمكن أن نجد كثيراً منها فيما وراء أعالي المنحدرات الرئيسية لبعض المنخفضات المصرية . ويوضح شكل (٢٦) الصورة العامة لبعض ما يوجد من حالات أسر تفصيلية

إلى الشمال من منخفض الداخلة . ويمثل الجرف الرئيسي خط التقسيم المبسط ، بينما توجد خطوط تقسيم تفصيلية ترتبط بخطوط المجارى الصغيرة العكسية القادمة من فوق منحدرات الميل .

ومما ينبغى ذكره أن بقايا خط التقسيم القديم قد تكون أجزاء قليلة على



شكل (٢٦)

هيئة قمم مبعثرة . ومن الواضح فى هذه الحالة أن الخط الذى يصل بين هذه القمم هو خط تقريبى . وعلى العكس من ذلك كلما كانت الأجزاء المتبقية من خط التقسيم القديم أوفر وأوضح فإن ذلك يساعد على عمل خط أقرب إلى الصحة من حيث مقدار الانطباق مع الوضع الأصلى . إلا أن ذلك يعنى فى الوقت نفسه قلة حالات الأسر وصغر المساحات التى أضيفت إلى إحدى الجهتين من خط التقسيم الأصلى .

كذلك من الضرورى أن نتأكد من أن القمم أو الأجزاء المرتفعة التى تمثل بقايا مناطق التقسيم هى بقايا أصلية وليس بعضها ناتجا عن حركات تكتونية

أو طفوح بركانية حديثة . ولهذا فينبغى الرجوع إلى البيانات الجيولوجية جيداً وإجراء مايلزم من دراسات ميدانية تساعد على التأكد من ذلك .

مستويات خطوط المجارى :

من المبادىء الأولية أن خطوط الكنتور تتراجع جهة أعالى خطوط المجارى النهرية نتيجة للتعميق الذى تقوم به هذه الخطوط فى أوديتها . وهذا يعنى أنه كلما اشتد تعميق النهر فى واديه ازداد تراجع خطوط الكنتور فى اتجاه أعاليه (المنبع) . بعبارة أخرى فإن النهر وواديه كلما تقدما فى مرحلة التطور تتراجع خطوط الكنتور فى اتجاه أعالى النهر وأعالى روافده .

وفى ضوء ذلك فإنه يمكن إجراء بعض المقارنة بين خطوط التصريف أو الشبكات النهرية للمساهمة فى تبين مقدار تراجع خطوط الكنتور فى الشبكة النهرية . فمن الممكن أن توضح هذه المقارنة تقدم شبكة على أخرى مجاورة فى مرحلة التطور . كما يمكن أن يوضح تقدم رافد على آخر يقابلة من هذه الوجهة . ذلك أن توغل خطوط الكنتور جهة أعالى خط المجرى أو الشبكة النهرية يعنى ببساطة إزالة جزء من صخور المنطقة « الأصلية » التى نشأت عليها هذه الخطوط .

ومن المستحسن أن نذكر أنه ينبغى أن تكون المقارنة معقولة . فيمكن أن تكون بين شبكتين فى منطقة واحدة أو بين خطى تصريف فى شبكة واحدة . وعلى العموم فإذا افترض التساوى فى العمر بين الخطين أو الشبكتين التى تجرى المقارنة بينهما فقد يوجد اختلاف بسبب تفاوت نوع الصخر ونظامه . كما قد تؤثر الظروف المناخية وما يرتبط بها من ظروف جمرفلوجية على قدرة خط التصريف أو الشبكة النهرية فى تعميق وتوسيع أوديتها وأحواضها .

أضف إلى ذلك احتمال التفاوت فى الشكل الأصلى للسطح الذى تطورت عليه خطوط التصريف . ثم عمليات التجديد التى قد تصيب بعض الخطوط .

وفى ضوء ذلك فمن الطبيعى أن تكون المقارنة ممكنة بين خطين أو شبكتين ليست بينهما اختلافات جذرية فى كل ماسبق قوله من ظروف . فإن شدة الاختلاف قد لاتساعد على الوصول إلى العوامل المحددة التى تفسر ويفسرها تراجع خطوط الكنتور بدرجات متفاوتة على الخطوط أو الشبكات النهرية . ولاشك أن الوقوف على هذه الاختلافات لا يتيسر إلا بدراسة مستفيضة للبنية والظروف المناخية بمرور الوقت . . إلخ . وبمعرفة أوجه الشبه والاختلاف الرئيسية بين طرفى المقارنة قد يتيسر الوصول إلى العامل الرئيسى أو العوامل التى تسام فى تفسير شدة تراجع خطوط الكنتور أو قلته على نحو ماذكر .

أنماط التصريف :

تعتبر دراسة أنماط التصريف ودلالتها ذات أهمية جيومورفولوجية خاصة . وتشكل الخريطة الكنتورية والصور الجوية المصدرين الوحيدين لتتبع أنماط التصريف . ذلك أنه يتم فحص الأنماط إما من الخريطة مباشرة أو بعد نقل خطوط التصريف إلى خرائط خاصة من الخريطة أو الصور الجوية . بعد ذلك يجرى تصنيف مبدئى لما يوجد من أنماط تبعا للخصائص المتعارف عليها مما يميز كل نمط .

وبعد أن يتم التصنيف المبدئى يربط كل نمط بما توفر من بيانات عن البنية وعن ظروف تطور منطقة الدراسة . وإذا كانت البيانات الجيولوجية والتطورية كافية فيمكن الوقوف على تفسير كثير من الأنماط الموجودة .

كما أنه من ناحية أخرى يمكن أن يحدث العكس ، بمعنى أن الأنماط الموجودة يمكن أن تشير إلى خصائص بنيوية أو تطورية لاتتوفر عنها بيانات أو دراسات سابقة . وفى كلتا الحالتين هناك قيمة ملحوظة لتحليل أنماط التصريف .

ويقصد بنمط التصريف الصورة العامة التى تشكلها مجموعة خطوط المجارى الموجودة فى منطقة ما أو حوض ما أو فى عدة أحواض متجاورة . والواقع أنه يمكن أن يحدث بعض التفاوت فى تصنيف أنماط التصريف لبضعة أسباب من أهمها مقياس رسم الخريطة المستعملة ، ومراتب مجموعة خطوط التصريف التى ينظر إليها عند التصنيف . وإيجازاً لذلك يمكن القول مثلا أنه يمكن أن يصنف النمط من خريطة بمقياس ١ : ٢٥٠٠٠ كنمط متشابك trellis (trellised) ، بينما يدخل هذا الجزء المتشابك ضمن تصنيف التصريف كنمط مستطيل rectangular من خريطة بمقياس ١ : ١٠٠٠٠٠ أو ١ : ٥٠٠٠٠٠ .

كذلك إذا فحصت شبكة نهرية كاملة وأريد وصفها بنمط معين فإن هذا الوصف عادة ما يكون عاما . وهكذا قد توجد إحدى الشبكات الثانوية لأحد الروافد فى تلك الشبكة مما يمكن أن يصنف كنمط آخر . وهذا من الأسباب التى قد تدعو أحيانا إلى وصف النمط بصفتين أو أكثر . فيقال مثلا شجرى - متوازى ، أو مستطيل - شجرى - دائرى . . إلخ .

ومما يذكر أنه يمكن أحيانا إضافة أوصاف أصولية وبنيوية الطابع النمط التصريف . بعبارة أخرى يمكن أن ينعت النمط مثلا بأنه كارستى ، أو مفصلى ، أو يوافق خطوط الانكسار . . إلخ . ولكن ذلك لايحدث بطبيعة الحال إلا بعد الإلمام الكافى بالظروف البنيوية والأصولية التى تتيح مثل هذه الأوصاف لأنماط التصريف .

ولعله من المستحسن أن نورد بعض أمثلة أنماط التصريف ودلالتها الجرفلوجية . وهذا بطبيعة الحال مما يوضح أن الخريطة الكنتورية وسيلة أساسية تساهم فى التوصل إلى معلومات جرفلوجية تخرج عن نطاق الخريطة ذاتها . ونختار من بين أنماط التصريف أربعة هى مايأتى :

١ — النمط الشجرى dendritic :

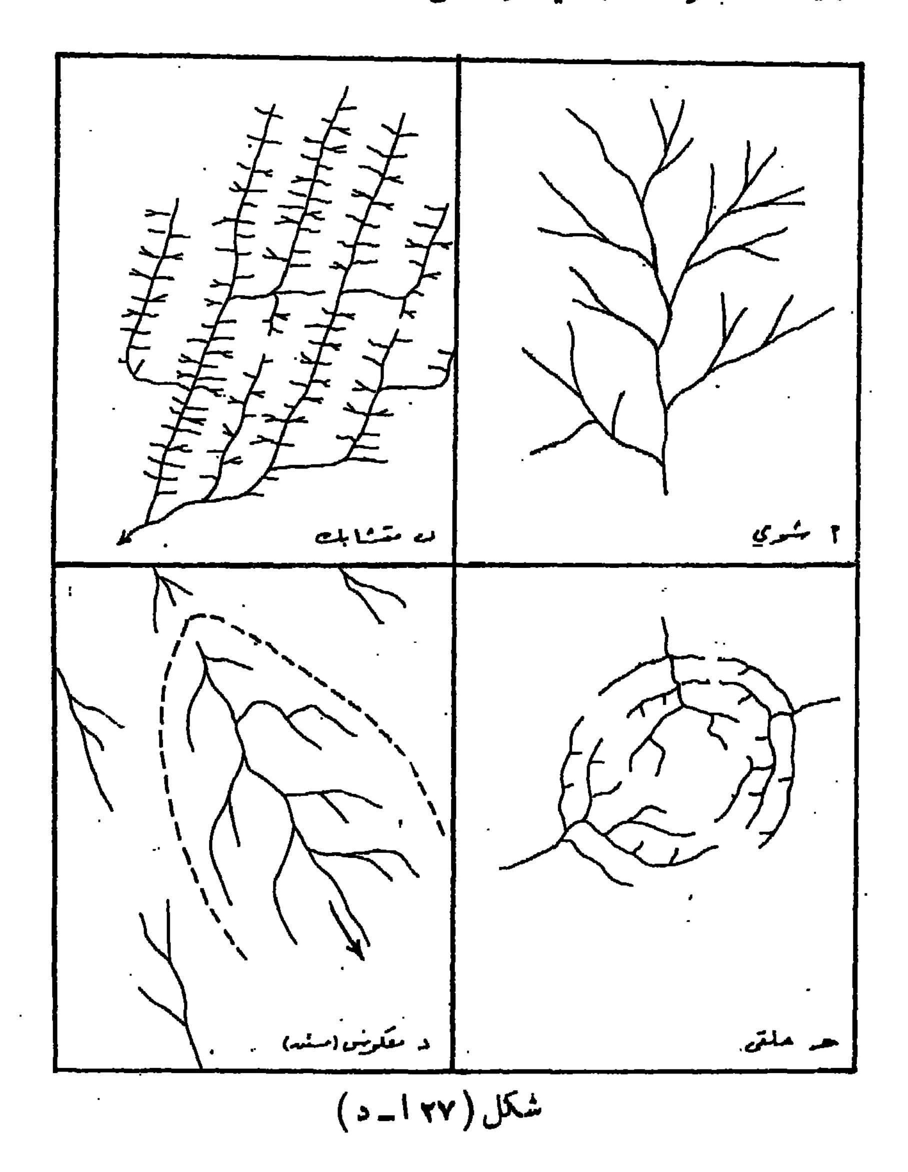
يعتبر النمط الشجرى أكثر الأنماط المتفق عليها إنتشارا . ويتميز هذا النمط بعدم انتظام الروافد فى اتجاه أو اتجاهات محددة يمكن تبينها . كما أن إلتقاء خطوط المجارى كل بالآخر يمكن أن يكون بأى زوايا ، وإن كان كثيراً من الخطوط تلتقى بزوايا حادة ، شكل (٢٧ ا) .

ويشير هذا النمط إلى بضعة احتمالات بنيوية . أول هذه الاحتمالات هو التجانس فى نوع الصخر . هذا مع عدم وجود تأثير قوى لنظام الصخر أى من حيث الالتواءات والانكسارات وميل الطبقات . . إلخ . ولذلك فمن المتوقع أن يوجد هذا النمط فى أراضى الصخور الرسوبية المتجانسة ، الأفقية أو طفيفة الميل . كذلك يمكن أن يوجد فى بعض مناطق الصخور النارية قليلة التنوع وقليلة الآثار التكتونية .

٢ — النمط المتشابك trellis (trellised):

يتميز هذا النمط بخاصية التوازى أو شبه التوزاى بين الخطوط الرئيسية وكذلك بين الخطوط الثانوية ، مع إلتقاء خطوط مجارى المراتب الصغيرة بالمراتب الأكبر بزوايا قائمة تقريبا . وكثيراً ماترتبط الخطوط الرئيسية لهذا النمط بخطوط ظهور طبقات شديدة أو متوسطة الميل . بينما تتصل بها خطوط

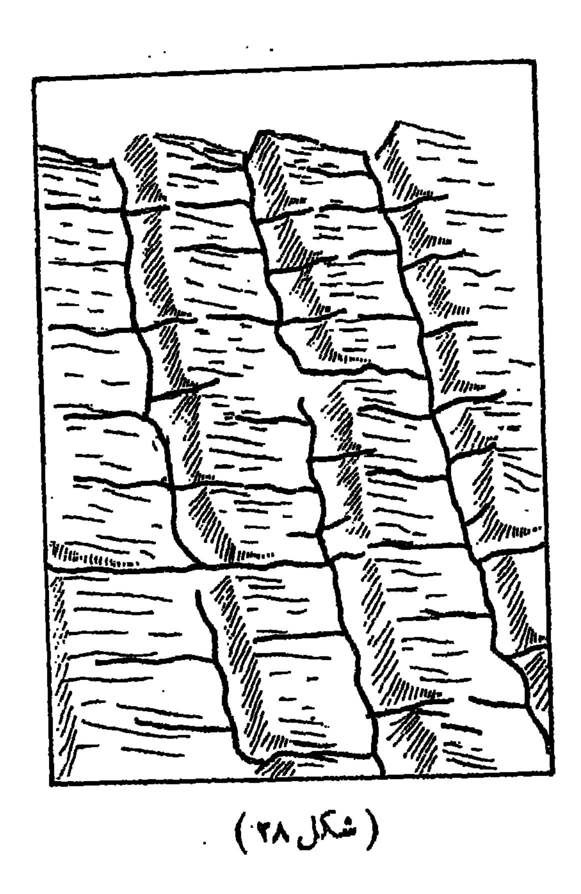
تصريف عكسية وتالية ثانوية بزوايا تقرب من القائمة . ويلاحظ أن الخطوط الرئيسية قد تنحرف عبر الحواف الفقرية المرتبطة بالصخور الصلبة فى هذه البنية المائلة انحرافا مفاجئا فيما يقرب من الزاوية القائمة أيضا .



شكل (٢٧ ا ـ د)

ويمكن أن يوجد هذا النمط أيضا فى بعض أنماط البنية الانكسارية

البسيطة . وذلك حيث توجد عدة خطوط انكسارات متوازية ترتبط بها بعض الحواف الانكسارية المتجاورة ففى مثل هذه البنية قد توجد بعض خطوط التصريف التالية على طول خطوط الانكسارات بينما تتجه إليها خطوط من الجانبين تلتقى معها بزوايا تقرب من القائمة على الخريطة ، شكل (٢٧ ب) . كما ان بعض الخطوط الرئيسية قد تقطع بعض الحواف على طول خطوط مفصلية أو انكسارات أصغر أو شروخ كبيرة ، شكل (٢٨) .



(شكل ٢٨)

وقد يوجد هذا النمط أيضا فى أراض أخرى تحتوى على تلال طولية بينها

أحواض طولية كما هو الحال فى بعض الـكثبان الطولية الساحلية ومابينها من منخفضات أو فى مناطق الإرساب الجليدى .

ويلاحظ أن هذا النمط ربما يصنف كتصريف مستطيل وخاصة إذا كنا بصدد خريطة أصغر مقياسا تضم مساحة واسعة . ذلك أنه يمكن أن يكون هناك نهراً رئيسيا تابعا يقطع نسقا من الـكويستات شديدة الميل أو الحواف الفقرية بطيئة الميل وتنتهى إليه تلك الروافد التالية .

وهذه الروافد التالية وروافدها من خطوط تابعة ثانوية وعكسية قد لاتشكل نمطا متشابكا مثاليـــا بل يمكن أن يكون أقرب إلى الوصف بالنمط المستطيل .

٣ — النمط الحلقى annular :

ويقصد به مجموعة خطوط التصريف التى تظهر فى الخريطة بشكل مقوس أو شبه دائرى ، شكل (٢٧ ح) . ومن المتفق عليه أنه ليس من الضرورى أن يكون دوران الخطوط كاملا أو لمسافات طويلة. كما أنه ليس من الضرورى أن تـكون كل شبكة التصريف تتميز بهذه الصفة . ذلك أن هناك خطوط تصريف عكسية وتابعة ثانوية لاتتخذ الاتجاه الدائرى الذى تتصف به المجارى التالية كما يتبين من الشكل السابق . هذا بالإضافة إلى الأجزاء التى تقطع امتداد الحواف الفقرية .. الخ .

وتشير هذه الخطوط الدائرية (شبه الدائرية) وأوديتها إلى وجود قبة إلتوائية ذات طبقات متفاوتة الصلابة تعرضت لتعرية شديدة . وقد تـكون القبة التى تـكونت فيها هذه الأودية وخطوط التصريف الدائرية ذات نظام

يضم طبقة صلبة تليها طبقة ضعيفة ثم أخرى صلبة وهكذا . كما قد تكون القبة جيدة الاستدارة وشبه كاملة . ومن المتوقع فى هذه الحالات أن يوجد نمط دائرى شديد الوضوح كما هو موضح بالشكل .

ومن المألوف أن يوجد بين خطوط التصريف الحلقى هذه أراض مرتفعة نسبياً تتخذ نفس امتداد الخطوط الرئيسية بوجه عام . ويظهر القطاع العرضى لهذه الأراضى المرتفعة على هيئة ما يعرف بالهجباك أو الكويستات . إلا أنه على العكس من ذلك قد يوجد هذا النمط دون أن توجد تضاريس واضحة تتمثل بخطوط كنتور عديدة . وربما يرجع ذلك إلى أنه مع وجود بعض التفاوت فى مقاومة الطبقات مما يساعد على تطور هذا النمط إلا أن الطبقات فى معظمها ضعيفة المقاومة بحيث لم تتخلف هجباكات أو كويستات شبه دائرية بين خطوط التصريف . وتعتبر هذه الحالة مثلا جيداً للافادة من الخريطة الكنتورية فى معرفة البنية الجيولوجية .

٤ — النمط المعكوس (المسنن) barbed :

ويقصد به ذلك النمط الذى يدل شكله العام على أن اتجاه تصريف المياه فى خط الجريان الرئيسى قد صار بالعكس . وتعتبر خطوط التصريف المعقوفة recurved أوضح حالات هذا النمط. وتتكون هذه الخطوط المعقوفة بصورة ملفتة للنظر إذا أصيب التصريف المستطيل أو التصريف المتشابك بانعكاس فى اتجاه تصريف الخط الرئيسى ، شكل (٢٦ ، ٢٧ د) .

ومن الأمور البسيطة أن يحدد اتجاه الجريان فى الروافد وفى الخط أو الخطوط الرئيسية حتى بالاعتماد فقط على خريطة لشبكة التصريف . ويستثنى

من ذلك حالات قليلة تتطلب خريطة كنتورية — ربما ببعض نقط المناسيب — لتبين اتجاه مياه بعض الأنماط المعقـــدة وخاصة ما يعرف بالنمط المضطرب deranged.

ففي الأنماط الأخرى (غير المعكوسة) يلاحظ أنه بفحص بعض أجزاء إلتقاء خطوط التصريف على الخريطة وتحديد الجهة التي تأتى منها خطوط تصريف أكثر وأطول يمكن معرفة اتجاه المياه فى الخط الرئيسى. ويساعد على ذلك بطبيعة الحال ماسبق ذكره عن الرجوع إلى الخريطة الكنتورية وما تحتويه من نقط مناسيب لتحديد اتجاه الجريان . كما أن أغلب الأنماط تتميز خطوطها الصغيرة بأنها تلتقى مع الخطوط الأكبر بزوايا أقل من القائمة مما يساعد على تحديد اتجاه الجريان للوهلة الأولى . وفى ضوء ذلك فإذا تبين أن اتجاه المياه فى خط تصريف كبير أو فى عدة خطوط هو عكس ما يجب أن يكون عليه فإننا نكون بإزاء إنعكاس فى اتجاه الجريان .

ومما يذكر أيضا أنه قد تدعو الحاجة إلى الاستعانة بلوحات كنتورية مجاورة للوحة المستعملة للوقوف على الامتداد الكامل أو الاتجاه الصحيح لخط التصريف الرئيسى . ذلك أن الأمر لا يقتصر على ما سبق ذكره من صعوبة بل هناك أمثلة من هذا النمط تعتبر فى مرحلة بدء التكون . ذلك أنها يمكن أن تكون فى حالة أسر نهرى لم يكتمل بعد . وفى هذه الحالة ينبغى التأكد من الاتجاه الصحيح للجريان أو لخط التصريف الرئيسى .

وتبرز هذه الصعوبة بصفة خاصة فى المناطق الجافة وشبه الجافة حيث يقل تكرار جريان المياه ومن ثم قد توجد خطوط تصريف كبيرة ولكنها أخذت تتعرض لأسر أو تحويل نهرى . وهذا يعنى عدم استقرار خط الجريان مما قد يستلزم دراسة ميدانية لتبين الوضع الموجود .

ويعتبر النمط المعكوس على قلة وجوده نسبياً من أهم أنماط التصريف من الوجهة الجرفلوجية . فهو يشير إلى احتمال حدوث أسر أو تحويل نهرى . كما قد يشير إلى حركات تكتونية بكيفية تؤدى إلى انعكاس اتجاه التصريف . وهذه مسائل لها أهمية بالغة فى الدراسة الجرفلوجية .

وبعد هذه الأمثلة لأنماط التصريف لعله من المستحسن أن نلمح إلى حقيقتين تتصلان بهذا الموضوع . الحقيقة الأولى هى أن كلا من أنماط التصريف يرتبط بخصائص بنيوية على نحو ماسبق إيجازه . إلا أنه قد يكون هناك عدم توافق بين نمط التصريف والبنية . وقد يكون هذا راجعاً إلى ما يعرف بالإنطبـــاع النهرى . ولـكن ينبغى أن نذكر عن الانطباع أنه لا يحدث لشبكات تصريف كبيرة بل لأجزاء نهرية صغيرة أو لشبكات محدودة المساحة . كما قد يكون عدم التوافق مع البنية راجعاً إلى حدوث حركات تكتونية بعد تكون الشبكة النهرية مما يؤدى إلى وصف خطوطها بأنها سابقة (مناضلة) antecedent . إلا أن ذلك هو الآخر لا ينبغى أن نتوقعه بكثرة . كما قد يكون عدم التوافق مع البنية راجعاً إلى التحويل النهرى ، أو إلى الأسر النهرى .

ولهذا فإن فحص أنماط التصريف ومقارنتها بالبنية التى تجرى فيها خطوط الجريان قد يكون مفتاح بعض الاستنتاجات الجرفلوجية الهامة . ذلك أن وجود نمط يعرف عنه أنه يصاحب بنية معينة لا وجود لها فى السطح الحالى يعنى أننا بإزاء حالة من الحالات الأربع سابقة الذكر .

أما الحقيقة الثانية التى ينبغى التلميح إليها أنه لا يصح الاعتماد على الخريطة الكنتورية وحدها إذا كان الأمر يتعلق بتفصيلات أكثر عن

أنماط التصريف ، أو غير ذلك من الدراسات المتعلقة به . ذلك أنه ينبغى الاستعانة بزوجيات الصور الجوية ، فهى تظهر من التفصيلات مالا تظهره الخريطة الكنتورية . وقد يؤدى الإلمام بهذه التفصيلات إلى تعديل التسمية أو التصنيف . كما قد تظهر أنماط لا وجود لها فى الخريطة كالنمط المتشعب بمنحدرات الحضيض بطيئة الإنحدار قليلة التضرس .

التحليل المورفومترى للخريطة الكنتورية

تمهيد :

يعد التدرب على استعمال ودراسة الخريطة الكنتورية أساساً فى الفحص الصحيح للخريطة واستنتاج ما يفيد . وينبغى أن يكون فاحص الخريطة على دراية كاملة بأصول رسم خطوط الكنتور وكيفية وضع أرقامها ، وبمعنى تعرجات الخطوط ، وتباعدها وتقاربها ، وكذلك بترتيب المسافات الأفقية بين الخطوط . . . إلخ . كما أنه ينبغى أن يأخذ منذ الوهلة الأولى فى الحسبان نسبة مقياس رسم الخريطة حتى يمكنه تقدير أبعاد التضاريس والمسافات الأفقية بين خطوط الكنتور . وتبلغ الإفادة بالخريطة درجة أكبر بالإفادة مما يضاف إلى طريقة الكنتور من طرق أخرى مساعدة كنقط المناسيب أو التشهير أو غيرها .

وهناك بضع طرق لتحليل الخريطة الكنتورية تختلف باختلاف الغرض الذى تستعمل فيه الخريطة . إلا أن هناك طرقاً أساسية تفيد فى أغراض متباينة منها عمل القطاعات التضاريسية ، وكذلك بعض خرائط الانحدار . وما نود التلميح إليه هنا أن جل الاهتمام ينصب على الإفادة الجرفلوجية من الخريطة الكنتورية .

وقبل الدخول فى تفصيلات طرق تحليل الخريطة تنبغى الإشارة إلى أن الشخص المدرب على استعمال الخريطة يمكن أن يفيد منها إلى حد كبير فى بعض الاحتمالات والاستنتاجات المبدئية . إلا أن هذا لا يعنى أن تكون

كل الاستنتاجات التى تلوح لأشخاص مختلفين استنتاجات واحدة . بل يمكن أن يكون هناك تفاوتاً أو تعارضاً . ومرجع ذلك تفاوت الخبرة فى استعمال الخريطة ، وفى الوقت الذى يخصص لفحصها ، وفى الطرق التى تتبع لتحليلها ، ثم فى الخلفية المتعلقة بدراسات التضاريس .

ويزداد التفاوت فى الاستنتاجات إذا لم يقتصر الأمر على ماتقدمه الخريطة بصورة مباشرة عن شكل السطح . ذلك أن هناك من خصائص السطح وبخاصة فى الجوانب الجرفلوجية ما يمكن استنتاجه بصورة غير مباشرة من الخريطة الكنتورية الجيدة . إلا أن كثيراً من هذه الاستنتاجات يدخل ضمن الاحتمالات التى تستدعى دراسات أخرى على الصور الجوية وفى الميدان وكذلك لجيولوجية السطح ، وذلك حتى يمكن ترجيح فكرة على أخرى مما سبق افتراضه بناء على الخريطة وحدها .

وتعتبر أولى الخطوات للافادة من الخريطة الكنتورية هى فحصها فحصاً عينياً دون اللجوء إلى عمل رسوم أو إجراء حسابات عما يوجد من تضاريس . ويعتبر الفحص العادى أو ما يعرف بقراءة الخريطة لوقت معقول كافياً فى بعض الأحيان لإبداء الرأى فى أمر قد لا يحتاج بيانات أو دراسات أخرى . فما يمكن إجراءه على وجه السرعة تبين أكثر الأجزاء ارتفاعاً وأكثرها انخفاضاً ، وأشد الانحدارات وأبطئها ، وتحديد شكل الانحدار من حيث كونه محدباً أم مقعراً أم مستمراً . كذلك يمكن إعطاء أوصاف عامة للقطاعات الطولية لخطوط الجريان المائى ، وللقطاعات العرضية للأودية وأراضى ما بين الأودية . . . إلخ . وتعتبر القدرة على سرعة الإلمام بمثل هذه البيانات حداً أدنى للمستوى المطلوب لاستعمال الخريطة الكنتورية بواسطة مختلف الدارسين والباحثين .

وتعتبر الخريطة الكنتورية فى حد ذاتها وسيلة كمية . ذلك أنها تمثل جانبين رئيسيين من أبعاد السطح وهما الارتفاع أو الانخفاض بالنسبة لمستوى مقارنة ، ثم البعد الأفقى للسطح . كما أن الخريطة تمثل بعداً ثالثاً وإن كان بدرجة أقل دقة عادة وذلك هو جوانب المرتفعات أو المنخفضات مما يمكن تبينه من خصائص خطوط الكنتور ومناسيبها . ومن الطبيعى أن تكون الخريطة الكنتورية لذلك وسيلة كمية فى حد ذاتها . كما أنها تعد مصدراً كمياً لبعض الطرق الإحصائية والرياضية مما يأتى الكلام عنها .

إلا أنه لا ينبغى الاعتقاد بأن الخريطة تمثل التضاريس تمثيلا كافياً لكل الدراسات المختصة والمتصلة بالتضاريس. فإن أية خريطة تضاريسية مهما كانت تفصيلاتها لا يمكن أن توضح كل تفصيلات سطح الأرض . وهكذا فمهما كانت الطريقة المتبعة فى تحليل الخريطة على درجة من الدقة أو الجودة فإنه لا ينبغى الاعتقاد فى صحة جميع النتائج والاستنتاجات وخاصة ما كان تفصيلياً منها .

كذلك تعتبر القطاعات التضاريسية طريقة كمية ولكنها بسيطة تمثل شكل سطح الأرض على طول خط ما . ولا ينبغى أن يكون وصفها بذلك الوصف غريباً . فهى تتضمن تعبيراً رقمياً عن الامتدادين الرأسى والأفقى للتضاريس مع تفصيلات لا بأس بها عن جوانب المنحدرات . بل إن القطاع التضاريسى الدقيق يعتبر أدق تعبير كمى عن السطح بين نقطتين . ولكن إذا عولجت عدة قطاعات مجتمعة بطريقة إحصائية نصبح بإزاء مميزات وعيوب الطريقة الإحصائية المتبعة على نحو ما يأتى ذكره عما أسمى بقطاعات النسب المئوية .

وعلى أية حال فالقطاعات التضاريسية تستحوذ على اهتمام كثير من الدارسين لا لدقتها وسهولة عملها فحسب، وإنما لما لها من فائدة مرموقة فى عدة دراسات . ولهذا السبب بوجه خاص فقد آثرنا أن نعالجها بصورة مستقلة قبل الكلام عن طريق التحليل الكمية الأخرى . وهكذا ينقسم الكلام عن التحليل المورفومترى للخريطة الكنتورية إلى قسمين رئيسيين هما : القطاعات التضاريسية ، طرق كمية أخرى .

أولا : القطاعات التضاريسية

للقطاعات التضاريسية عدة تصنيفات نعرض لها فى هذا القسم . ومع تنوع القطاعات فكلها يمكن أن يعرف بأنه خط بيانى يمثل شكل سطح إلى سطح البحر كما قد تكون — ولكن بصورة نادرة — منسوبة إلى نقطة محلية . ويلاحظ أن هناك بعض العيوب التى توجد فى القطاعات مهما بلغت من دقة فى رسمها . وترجع هذه العيوب خاصة إلى النقص أو الخطأ فى الخريطة التى يعمل منها القطاع ، وإلى ضرورة المبالغة الرأسية فى شكل التضاريس كما سيرد الذكر .

ويعتبر التدريب على عمل القطاعات ضرورة بالنسبة للمهتمين بدراسة التضاريس . فكما يتضح تباعا تفيد هذه القطاعات فى الدراسة الجيومورفولوجية ، وفى بعض الجوانب التطبيقية . هذا فضلا عن أن التدريب عليها يساعد على تنمية القـــــدرة على تصور شكل سطح المنطقة التى تمثلها كل من الخرائط المختلفة .

وينبغى التركيز على أن دراسة عمل القطاع ليست تدريبا هندسيا أو كارتوجرافيا . فلا ينبغى أن يخفى أن عمل القطاع يكون عادة مسبوقا بهدف

ما . وقد يكون هذا الهدف دراسة أشكال سطح الأرض ، أو تحويل القطاع إلى قطاع جيولوجى ، أو هدفاً تطبيقياً مثل تحديد الرؤية والاحتجاب فى المناطق المضرسة . . إلخ .

وقد سبق إيجاز تعريف القطاع بأنه خط بيانى يمثل الشكل العام لسطح الأرض ومناسيبه على طول خط ما . وقد يكون هــذا الخط مستقيماً وفى وضع أفقى أو رأسى أو مائل على الخريطة . ويشكل هذا الوضع من خطوط القطاعات نصيباً غير قليل من أوضاع خطوط القاعات .

أما الوضع الثانى لخط القطاع فيمكن أن يكون على هيئة « زجزاج » . وهذا قد يمتد فى أى جزء وأى اتجاه على الخريطة . ومن الضرورى عند رسم هذا النوع أن تحدد نقط تغير اتجاه الخط فضلا عن نقطتى البداية والنهاية ، كأن يكتب عليه ا ب حـ د مثلا . ومما يذكر أن هذا الوضع من القطاعات يتعارض مع تعريف خط القطاع بأنه خط بين نقطتين ، ذلك أنه يمكن أن يكون بضع نقاط .

أما الوضع الثالث لخط القطاع فهو الخط المتعرج . وأهم أمثلة هذا الوضع هى خطوط الجريان المائى ، أى الأنهار وخطوط المجارى أو المحاور الطولية لقيعان الأودية الجافة . كذلك يمكن عمل قطاع على هذا الوضع (أو على الوضع السابق) لخط تقسيم مياه ، أو لطريق فى مناطق مضرسة .

عمل القطاع التضاريسى :

هناك بضع طرق لعمل القطاع من الخريطة . ونكتفى هنا بشرح طريقتين مع الإشارة ضمناً إلى طـــريقة ثالثة لا تصلح لقطاعات الخطوط المتعرجة .

والطريقة الأولى يمكن تسميتها بطريقة شريط الورق ، والطريقة الثانية يمكن تسميتها بطريقة القياس على خط القطاع .

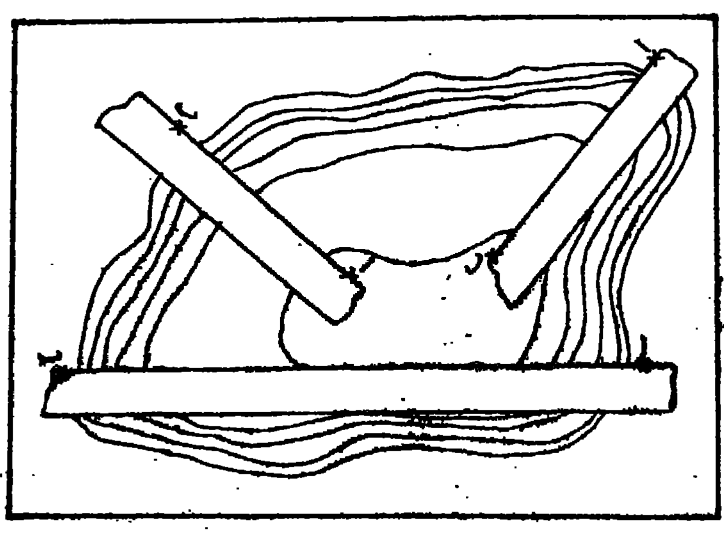
وقبل شرح خطوات عمل القطاع يمكن تلخيص ذلك عامة بأنه محاولة عمل خط — يفضل رسمه على ورقة رسم بيانى عادية — تتحدد تعرجاته المرتفعة والمنخفضة تبعاً للمناسيب التى يمر بها خط القطاع الذى حدد على الخريطة . ولتحقيق ذلك تتبع أياً من الطريقتين الآتيتين .

طريقة شريط الورق :

يلزم لهذه الطريقة شريط من الورق « الكالك » أو العادى لا يقل طوله عن طول الخط المحدد لعمل القطاع . كما تلزم بعض أدوات الرسم وورقة مربعات عادية لا يقل طولها عن طول خط القطاع . ولاتباع هذه الطريقة لعمل قطاع على طول خط مستقيم تجرى الخطوات الآتية :

١ — توضع حافة شريط الورق على طول خط القطاع المحدد على الخريطة بحيث تكون حافة شريط الورق ملاصقة للخط ولكنها لا تخفيه . ومن المستحسن ألا يوضع شريط الورق إلا بعد التفكير فى توجيه القطاع الذى سيتم رسمه . وعلى العموم ، فيمكن وضع هـــذا الشريط أسفل الخط فى كل حالات خطوط القطاعات التى تمتد بموازة الإطار السفلى أو العلوى للخريطة كما يتضح فى شكل (٢٩) . كذلك يتضح وضع شريط الورق فيما يتعلق بموضعين آخرين . ومن الواضح أنه إذا كان خط القطاع رأسياً فيمكن

وضع الورقة بمحاذاة أى من جانبيه . والقصد من ذلك هو الحفاظ على توجيه القطاع بقدر الإمكان .



شكل (٢٩)

تحدد على شريط الورق بداية ونهاية خط القطاع ، وكذلك تحدد جميع النقط التى تقع عند تقاطع خطوط الكنتور مع خط القطاع أى مع حافة الورقة . هـنا مع كتابة منسوب كل نقطة طبقاً لما هو مبين على خطوط الكنتور ، ويراعى أن يحدد اتجاه القطاع ويسجل ذلك فى الرسم النهائى . فيكتب مثلا عند بدايته ج غ وعند نهايته ش ق أو أى اتجاهات أخرى حسب امتداد خط القطاع . وإذا لم يكن شريط الورق من « الكالك » فقد يستدعى ذلك رفع هذا الشريط مؤقتاً لقراءة منسوب بعض خطوط الكنتور التى قد تكون مختفية تحته . وغنى عن الذكر أنه ينبغى الدقة عند إعادة شريط الورق إلى وضعه السابق مرة أخرى .

٣ — يلاحظ على بعض خطوط حل القطاعات أنها قد تمـــر بمواقع

وبيانات ينبغى أحياناً تسجيل بعضها على شريط الورق بل قد تضاف ملاحظات أخرى يراها القائم برسم القطاع . فمن المواقع أو البيانات مجارى الأنهار والطرق والمناطق السكنية وغيرها . ومن الملاحظات التى ينبغى تسجيلها المنسوب التقريبى لكل من بداية ونهاية القطاع إذا لم يكن المنسوب محدداً بخط كنتور أو نقطة منسوب . وكذلك المنسوب التقريبى للأجزاء العليا من الأراضى المرتفعة والأجزاء السفلى من الأراضى الواطئة .

٤ — يرسم فى الجزء السفلى من ورقة المربعات المخصصة لرسم القطاع خط أفقى (محور طولى) مساو فى الطول لخط القطاع ، وذلك إما بعد قياسه من الخريطة أو طبقاً لشريط الورق الذى حدد عليه خط القطاع . ثم يرسم عمود عند كل من طرفى ذلك الخط . وتدلنا الخبرة على أنه يمكن رسم القطاع التضاريسى قبل حساب ما يعرف بالمبالغة الرأسية التى سنعرض لها بعد قليل ، وذلك بحيث تحسب المبالغة بعد إتمام رسم القطاع وتكتب تحت الشكل مع مقياس الرسم . إلا أنه لتقليل المبالغة الرأسية مع إخراج القطاع بشكل معقول فيراعى أن يكون هذين العمودين نحو نصف خط القطاع (المحور الأفقى) أو أقل قليلا بالنسبة للمناطق المضرسة وأقل من ذلك بالنسبة للأراضى قليلة التضرس ، بعبارة أخرى ، ليس من المستحب أن يكون الاطار الناتج مربعاً كما أنه ليس من الصواب أن يكون ضيقاً ومستطيلا أكثر مما ينبغى . وهكذا فبعد عمل عمودين مناسبين يقسم أحدهما كمقياس رسم رأسى للقطاع ، ويراعى فى ذلك ما يراعى فى الرسوم البيانية وخاصة ألا يترك جزء كبير من المقياس الرأسى فى أسفل الشكل أو فى أعلاه . ومما يراعى أيضاً أنه إذا كان القطاع كبيراً فيمكن أن يتخذ العمودان المذكوران كمقاسين رأسيين .

٥ — يوضع شريط الورق على الناحية السفلى من الخط الأفقى الذى سبق

رسمه ثم توقع على ورقة الرسم المخصصة لرسم القطاع تلك المناسيب المسجلة على ذلك الشريط . وينبغى الحرص عند تسجيل هـذه النقط طبقاً لمنسوبها تبعاً للمقياس الرأسى الذى سبق إعداده فى الخطوة السابقة . ومن المستحسن أن يتم الرسم بالقلم الرصاص أولا ثم يستعمل الحبر بعد ذلك . وفضلا عن تحديد النقط المذكورة يتم تحديد ما سبق ذكره من مواقع سجلت على شريط الورق . بعد ذلك يتم عمل خط يصل بين النقط التى وقعت على ورقة الرسم مع مراعاة أن يتم ذلك « بالمنحنيات البلاستيك » المناسبة لذلك ، أو باليد إذا لم تكن هـذه متوفرة . وينبغى عند التوصيل بين هذه النقط أن يقوس الخط قليلا إلى أعلى فى حالة الأراضى المرتفعة ويقوس قليلا إلى أسفل فى حالة المرور بأراضى منخفضة . ويتوقف مقدار التقوس على تقدير القائم بعمل القطاع وطبقاً للمقياس الرأسى للقطاع . وفى النهاية يمد خط فى الجانب العلوى من الرسم يصل بين المحورين الرأسيين ، ويحدد اتجاه القطاع بحسب الجهات الأصلية .

٦ — ويرسم مقياس خطى أفقى طبقاً لمقياس رسم الخريطة ، أو يقسم المحور الطولى إلى أقسام ليستعمل كمقياس أفقى . وتحسب المبالغة الرأسية وتكتب أسفل الشكل . ثم يكتب عنوان للقطاع أسفل الشكل يحدد موقعه من الخريطة ويتضمن ما يمكن كتابته كعنوان .

وفيما يتعلق بعمل قطاع بهذه الطريقة على طول خط « زجزاج » فتراعى جميع الخطوات السابقة . ومما يضاف هنا أنه من الضرورى أن تحدد النقط التى يتغير عندها اتجاه الخط . ويبين ذلك على القطاع وعلى خريطة ترافق القطاع إن أمكن . ومما يذكر أنه يتم التغلب على تغير اتجاه خط القطاع الموجود

فى الخريطة بتحريك شريط الورق بحسب الأوضاع المختلفة ومعالجته كخط واحد مستقيم .

ومما يمكن ذكره هنا أن طريقة الخطوط المسقطة من خط القطاع إلى ورقة الرسم لا يسهل اتباعها فى هذه الحالة نظراً لتكسر خط القطاع . فذلك يتطلب تحريك ورقة رسم القطاع فى عدة أوضاع موازية لكل من أجزاء خط القطاع . وكان هذا من أسباب استبعادها . وبطبيعة الحال لا تصلح هذه الطريقة بالمرة لعمل قطاع على طول خط متعرج ولذلك فينبغى اتباع طريقة القياس الآتى ذكرها .

طريقة القياس :

قد تدعو الحاجة إلى رسم قطاع من الخريطة على طول خط متعرج كمجرى مائى أو طريق فى منطقة جبلية أو على طول خط مستقيم . وبالرغم من إمكان اتباع طريقة شريط الورق بشىء من التصرف فى عمل قطاع على طول خط متعرج إلا أنه من المفضل اتباع طريقة القياس . وإذا كانت الخطوات السابقة الخاصة بطريقة شريط الورق واضحة فيمكن أن يتيسر فهم هذه الطريقة التى يمكن إيجاز خطواتها كالتالى :

١ — يعمل فى ورقة جانبية جدول من حيزين (خانتين) رأسيين : الحيز الأول بعنوان المناسيب وتكتب تحت هذا العنوان كلمتا من ـ إلى أما الحيز الثانى فبعنوان المسافات .

٢ — إذا كان الهدف رسم قطاع طولى لمجـــرى مثلا يبدأ بتقدير

منسوب بداية خط الجرى (لأنه عادة لا يبدأ بخط كنتور أو نقطة منسوب محدده) ويكتب هذا المنسوب (تحت كلمة من) فى الجدول المعد. كما يكتب منسوب خط الكنتور الذى يقطعه خط الجرى (تحت كلمة إلى) فى ذاك الجدول. ثم تقاس بالقسم والمسطرة المسافة بين بداية الجرى وأول خط ...ور يقطع خط الجرى، ويكتب طولها فى ذلك الجدول أمام الرقمين السابقين ويراعى أن تكون فتحة القسم مناسبة لتعرجات خط الجرى. وبصفة عامة كلما كانت فتحة القسم أصغر فإن ذلك يساعد على دقة القياس.

٣ — يتم كذلك كتابة المنسوبين التاليين، وهما منسوب الكنتور السابق ومنسوب الكنتور الذى يليه. وتقاس المسافة بينها أيضاً ويكتب طولها فى المكان المخصص لذلك، وهكذا حتى يتم الانتهاء من كتابة جميع المسافات المقاسة أمام زوجيات خطوط الكنتور. ومن الممكن أن تسجل بعض المواقع الأخرى على خط القطاع مما قد يكون لها أهمية على القطاع الطولى.

٤ — يبدأ فى رسم القطاع مع مراعاة أن طول محوره الأفقى هو مجموع المسافات التى تم قياسها على طول خط الجريان. كذلك يراعى ألا يزيد المحور الرأسى عن نصف طول المحور الأفقى فى حالة القطاعات شديدة الانحدار، ولا يقل عن ربع أو خمس طوله فى حالة القطاعات بطيئة الانحدار. ويتضح مغزى ذلك بعد قليل ضمن الكلام عن المبالغة الرأسية فى القطاعات.

٥ — يرسم مقياس خطى أو يستغل المحور الأفقى كمقياس خطى، ويكتب مقدار المبالغة الرأسية تحت الشكل. وفى الحالات التى لا تتضمن مبالغة رأسية — وهى حالات نادره — يوضح على المقياس الخطى أنه

يمثل القياس الأفقى والرأسى . ثم يكتب عنوان للقطاع باسمه ، وموقعه إذا لم يكن مشهوراً وبعد ذلك يعاد رسم القطاع بالحبر المناسب على الورق المناسب .

المبالغة الرأسية :

من المستحسن أن نعرف المبالغة الرأسية فى القطاعات وطريقة حسابها قبل الدخول فى التفصيلات المتعلقة بها . ويمكن أن نعرفها بأنها مقدار الفرق بين قيمة المقياس الأفقى وقيمة المقياس الرأسى للقطاع . ومما يذكر أنه ليست هناك مبالغة أفقيه فى القطاعات التضاريسية .

ولتوضيح المقصود بالمبالغة الرأسية يمكن القول أنه إذا كانت قيمة السنتيمتر فى المقياس الرأسى للقطاع تعادل ١٠٠ متر مثلا ، وقيمة السنتيمتر فى المقياس الأفقى لنفس القطاع هى ٥٠٠ متر ، فإننا نكون بإزاء مبالغة ٥ مرات فى المقياس الرأسى بالنسبة للمقياس الأفقى . بعبارة أخرى ، بينما يمثل السنتيمتر ٥٠٠ متر فى المحور الأفقى ، فهو يمثل ١٠٠ متر فقط فى المحور الرأسى ، أى أنه مكبر عن المقياس الأفقى بالنسبة سابقة الذكر (٥ مرات) .

وغنى عن الذكر أن المقياس الأفقى للقطاع الذى يعمل من الخريطة هو ذاته مقياس الخريطة . وقليلا ما يتم تكبير القطاع لغرض ما أثناء الرسم . إلا أنه إذا كان ذلك مطلوباً فينبغى اتباع طريقة القياس سابقة الذكر مع مضاعفة المسافات بالقدر المطلوب للتكبير . وبعد رسم القطاع ينبغى تعديل مقياس الرسم بحسب القطاع المكبر . كما ينبغى حساب المبالغة الرأسية فى ضوء هذا المقياس الجديد لا مقياس الخريطة .

ومع أنه يمكن رسم كثير من القطاعات باطمئنان فى ضـــوء بعض الاعتبارات التى يلى ذكرها فإنه قد يكون ضروريا أحيانا أن تحسب المبالغة الرأسية قبل رسم القطاع . ولحساب هذه المبالغة يجرى الآتى :

$$\frac{\text{قيمة السنتيمتر بالمحور الأفقى}}{\text{قيمة السنتيمتر بالمحور الرأسى}}$$

وهكذا فلرسم قطاع بلا مبالغة رأسية ينبغى أن تكون قيمة السنتيمتر فى المقياس الأفقى مساوية لقيمته فى المقياس الرأسى . وننبه إلى أنه قد يحدث خلط عند المبتدئين بين السنتيمتر فى المقياس الجانـــبى والأقسام التى تعد لكتابة المناسيب . ذلك أن هذه الأقسام ليس من الضرورى أن تكون بالسنتيمترات .

ويعتبر القطاع التضاريسى خطا بيانيا ولكنه يختلف عن جميع الخطوط الأخرى اختلافا جوهريا . فهو خط يمثل شكل سطح الأرض على طول خط ما . ولذلك فإن أى تطويل أو تقصير أكثر من اللازم فى المحور الرأسى يؤدى إلى تفاوت شكل القطاع . ومن المعلوم أن هذا المحور تدرج عليه المناسيب الخاصة بتوضيح الارتفاع والانخفاض مما قد يدعو إلى التفكير للوهلة الأولى بأنه لا ضير فى عمل المحور الرأسى بأى طول ، ولكن هذا ليس صحيحا . ذلك أن المبدأ العام هو مراعاة التوفيق بين عمل القطاع بشكل مقبول وواضح ، مع تلافى المبالغة الرأسية أى عمل محور رأسى طويل بصورة أكثر مما ينبغى فى نفس الوقت .

وقد ذكرنا آنفا أن الخبرة تدل على أنه يمكن محور رأسى يتراوح بين

ثلث ونصف المحور الأفقى للقطاعات التى تعمل لمناطق ذات التفاوت التضاريسى الكبير . أما القطاعات التى تعمل لمناطق ذات تضاريس طفيفة فينبغى منها أن تكون نسبة المحور الرأسى إلى المحور الأفقى أقل من الثلث . وبطبيعة الحال لا يستحب عادة تقليل المحور الرأسى عن خمس طول المحور الأفقى . هذا وإلا أصبح شكل القطاع غير مقبولا ، بل وربما لا يسهل تبين تقسيم المحور الرأسى والكتابة التى توجد عليه .

وإذا أخذت هذه الاعتبارات فى الحسبان فيمكن رسم القطاع قبل أن تحسب المبالغة الرأسية . ثم تحسب هذه المبالغة بعد ذلك وتسجل أسفل الشكل كما ذكرنا . ومن المؤكد أن الرسم الناتج ومقدار المبالغة يكون مرضيا فى معظم الأحوال .

إلا أنه ينبغى التنبيه إلى أنه قد تدعو الحاجة لرسم قطاع بلا مبالغة رأسية أو بأقل ما يمكن من المبالغة . ومن أمثلة هذه الحالات عمل قطاع لاستخراج درجة أو مقدار الإنحدار العام ، أو تحديد مرحلة السطح بحسب التصنيف الجرفلوجى . كذلك الحال عند رسم قطاع تضاريسى تضاف إليه بعض البيانات الجيولوجية وخاصة ميل الطبقات فيما يعرف بالقطاع الجيولوجى السطحى . ومن الطبيعى أن تكون مثل هذه القطاعات التى يجب رسمها بأقل مبالغة ممكنة قطاعات ذات محور رأسى صغير جداً .

وفى ضوء ما تقدم فلا ينبغى الاعتقاد بأن أحسن القطاعات هى التى ترسم بدون مبالغة رأسية أو بأقل مبالغة ممكنة . بل إن المبالغة الرأسية ضرورية فى معظم الحالات وخاصة إذا كنا بصدد تضاريس طفيفة ، وهذا للتمكن من رسم القطاع من ناحية ولإعطاء بعض التموجات الصاعدة والهابطة بالقطاع

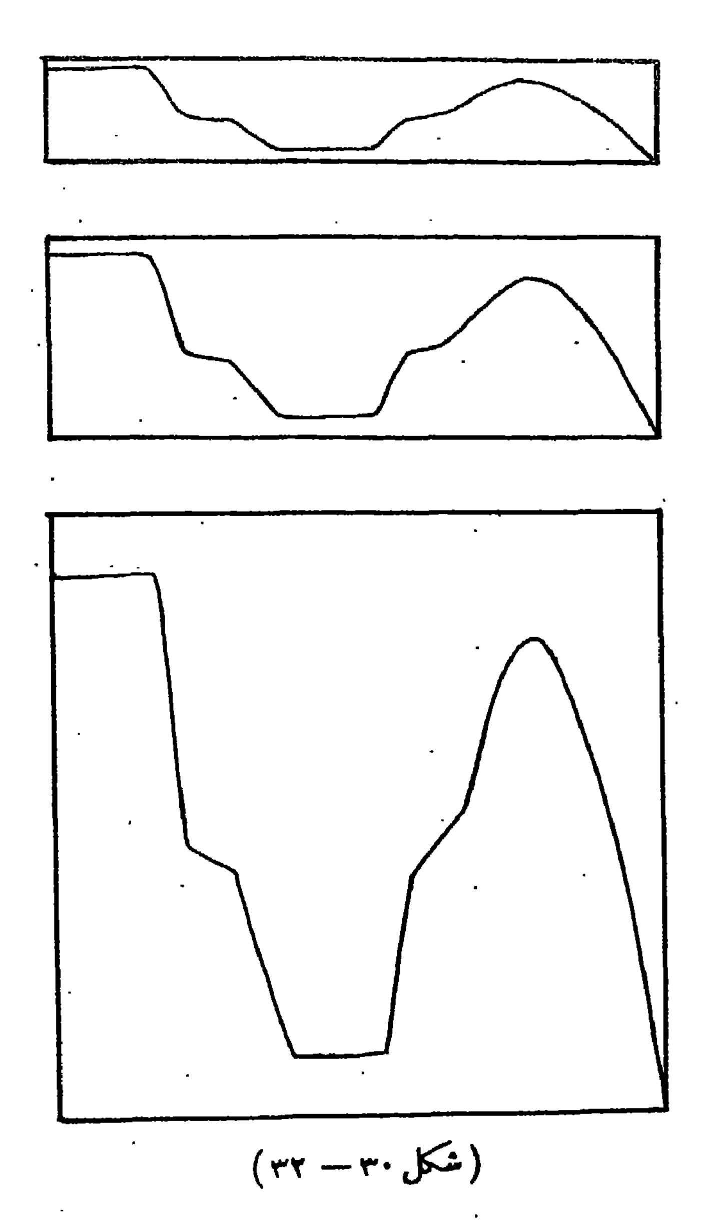
مما يوضح التضاريس الموجودة . ولعله من المستحسن أن نورد بعض النقاط المختصرة التي يمكن الاستفادة إليها عند عمل القطاعات . وهذه النقاط هي :

١ — إذا كان عمل القطاع يهدف إلى توضيح الشكل العام للتضاريس وليس يهدف حساب الإنحدار أو لتحويله إلى قطاع چيولوجي سطحي فيمكن رسم القطاع في ضوء الأبعاد التي ذكرت في أول الكلام عن المبالغة . وتحسب المبالغة بعد رسم القطاع وتكتب أسفله مع مقياس الرسم الأفقي .

٢ — في حالة رسم قطاع لاستخراج مقدار الإنحدار بطريقة الرسم فينبغي رسمه دون أي مبالغة . وينبغي اتبـــاع ذلك أيضا في القطاع الذي يزمع تحويله إلى قطاع چيولوجي إلا أن ذلك كثيراً مايتعذر مما يدعو إلى ضرورة المبالغة إلى حد ما .

٣ — لايمكن عادة عمل القطاع بدون مبالغة رأسية إذا كانت التضاريس طفيفة أو الأرض شبه مستوية كما هو الحال في محاولة عمل قطاع من نقط المناسيب بخرائط السهل الفيضي للنيل المصري مثلا . فهنا لابد من المبالغة الرأسية مئـــات المرات حتى يمكن رسم قطاع يبين بعض تفصيلات « التضرس » .

٤ — ينبغي أن يكون راسم القطاع وقارئه على دراية بتأثير المبـالغة الرأسية حتى لا يؤخذ انطباع خطأ عن شكل التضاريس التي يمثلها القطاع وخاصة فيما يتعلق بالإنحدار . وتوضح أشكال (٣٠ — ٣٢) ثلاثة أمثلة لحالات مختلفة لنفس التضاريس ، الأولى بدون مبالغة رأسية ، والثانية بمبالغة مرتين ، والثالثة بمبالغة ٦ مرات قدر المقياس الأفقي . ويمكن أن نختتم ذلك بمثال هو أن شدة المبالغة الرأسية قد تعطي انطباعا عن سهل تحاتي بأنه منطقة ناضجة التضاريس .



(شكل ٣٠ — ٣٢)

تصنيف القطاعات :

يمكن تصنيف القطاعات على أسس مختلفة . فمثلا يمكن أن تصنف على أساس الموضوع كالقطاعات الطولية للمجارى النهرية ، والقطاعات العرضية لأوديتها ، والقطاعات العرضية العامة على السطح مما يبرز مرحلة السطح ،

والقطاعات الساحلية .. إلخ . كما يمكن أن تصنف على أساس شكل الخط الذى يرسم القطاع على طوله . وقد سبق التلميح إلى قطاعات الخطوط المستقيمة وقطاعات خطوط « الزجزاج » ، وقطاعات الخطوط المتعرجة .

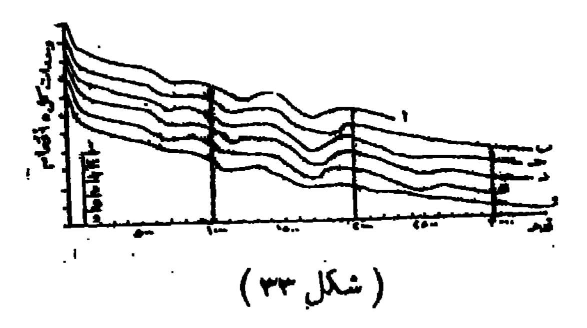
ومن ناحية ثالثة يمكن أن تصنف القطاعات على أساس عدد القطاعات التى ترسم فى شكل واحد وكيفية ترتيب هذه القطاعات . ففضلا عن القطاع البسيط أو الوحيد هناك القطاعات المتتابعة (المتتالية) والقطاعات المتداخلة ، والقطاعات البانورامية . ويمكن إعطاء فكرة عن كل من هذه الأصناف الأخيرة ، ثم نذكر شيئاً عن القطاعات الطولية لخطوط الجريان المائى والعرضية للأودية النهرية لما لها من أهمية خاصة .

القطاعات المتتابعة :

كما تتضح من تسميتها هى مجموعة من القطاعات المتجاورة التى ترسم فى شكل واحد بهدف المقارنة بين القطاعات وتبين ما يوجد من تكرار خاصية أو ظاهرة ما .

وهناك أكثر من طريقة لوضع القطاعات فى صورة متتابعة . فهناك مثلا امكانية عمل عدة قطاعات متتابعة بحسب وضعها فى الخريطة وفى الطبيعة كما هو الحال بالنسبة لقطاعات التى تمثل جرفا أو تمثل جانبى أحد الأودية . فترسم هذه القطاعات بشكل « دياجرامى » يستغل منه عمق المنظر أى ليست مرتبة من اليمين إلى اليسار أو العكس . ويمكن أن ترسم هذه القطاعات على مجسم مبسط للمنطقة التى عملت منها القطاعات . ويراعى فى هـــذه الطريقة ألا تتقاطع خطوط القطاعات بقدر الإمكان ، وإن كان من الممكن أن تتداخل المحاور التى رسمت عليها القطاعات :

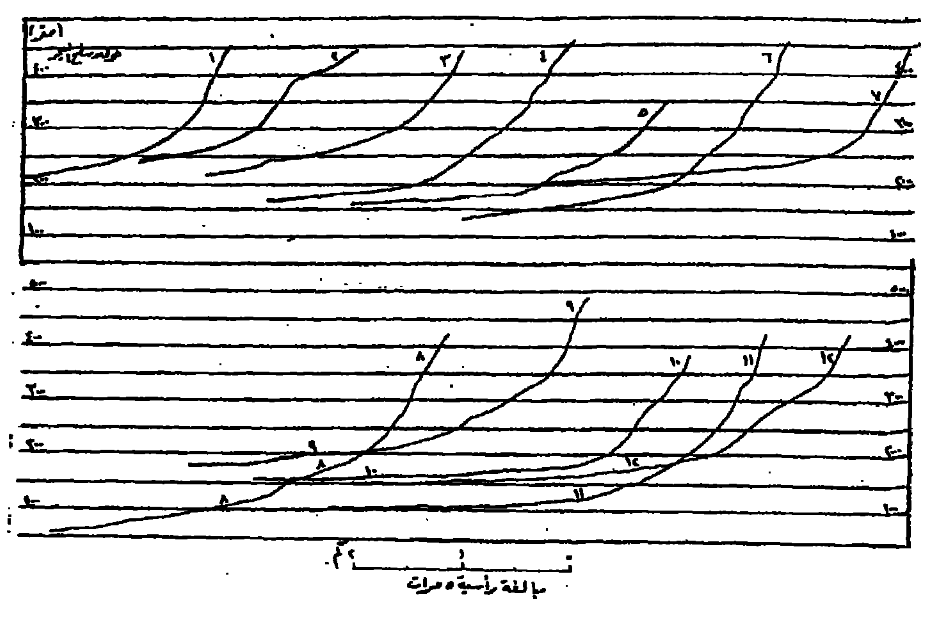
ويمكن أن ترسم القطاعات بطريقة متتابعة أخرى . ذلك أنه يرسم محور أفقى ثابت لكل القطاعات ومحور رأسى تبين عليه بداية كل قطاع بطريقة ما . مثال ذلك ما أورده « جرسويل » من قطاعات متتابعة تمثل بعض التغيرات التى طرأت على أحد السواحل الرملية كما يتضح فى شكل (٣٣) ويمثل كل قطاع من هذه القطاعات شكل الساحل فى تاريخ معين .



(شكل ٣٣)

كما أن هناك طريقة ثالثة لرسم القطاعات الطولية لخطوط الجريان وقطاعات المنحدرات فى صورة متتابعة . وذلك بعمل محور رأسى ثابت لكل القطاعات ومحور أفقى غير موحد ، وذلك بحيث ترسم القطاعات متجاورة بترك مسافة ثابتة ما أمكن بالنسبة للمحور الطولى بين كل قطاع وآخر مع ثبات المحور الرأسى كما سبق الذكر . ويوضح شكل (٣٤) مثالا لهذه الحالة لعدد من خطوط التصريف العكسية على المنحدرات الشمالية لمنخفض الداخلة .

ومن المتوقع أن تتداخل بعض الأجزاء الدنيا للقطاعات بهذه الطريقة . والسبب فى ذلك هو بطء الانحدار فى هذه الأجزاء . ولا سبيل إلى التقليل من هذا التداخل إلا بزيادة طول المحور الرأسى إلى حد ما (زيادة المبالغة الرأسية) ، وتوسيع المسافة الفاصلة بين كل قطاع والذى يليه . ومن المستحسن أن ترقم القطاعات تبعاً لمواقعها فى الخريطة التى عملت منها .



(شكل ٣٤)

القطاعات المتراكبة (المنطبقة) :

وهى قطاعات ترسم فى شكل واحد مع ثبات المحورين الرأسى والأفقى . وهى لذلك يتقاطع بعضها مع البعض الآخر . ومن المستحسن ألا يرسم عدد كبير من القطاعات فى شكل واحد لدرجة تؤدى إلى تقاطعات كثيرة تقلل من تبين تفصيلات شكل سطح الأرض الذى تمثله هـذه القطاعات . فمن الممكن أن تـكون بضعة قطاعات ولا تصل مثلا إلى ١٠ أو ١٥ قطاعا فى نفس الشكل مهما كان العدد المتوفر من القطاعات ، ومهما كان الشكل كبيراً فليس من الممكن عمل أعداد كبيرة من القطاعات ، وذلك لتسهيل فحص القطاعات أو تبينها .

ومما يذكر أنه إذا كانت القطاعات متشابهة إلى حد ما فإنه يصعب رسم عدد كبير منها فى شكل واحد نظراً لإمكانية تطابق أو تلاصق بعض أجزاء

القطاعات . وبالرغم من هذه الصعوبة فقد يكون هـــذا مطلوباً في بعض الحالات لإبراز مقدار التشابه بين بعض القطاعات أو أجزائها . وإذا كان من الضرورى تقليل هذا التلاصق إلى حد ما فإنه يمكن تكبير الشكل ، أو عمل مبالغة رأسية أكبر أو كلاهما .

أما إذا كانت القطاعات متعددة الأشكال نسبياً فإن هذا يقلل من فرص تلاصقها ومن ضرورة تكبيرها أو عمل مبالغة رأسية أكبر من اللازم . وبالرغم من عدم تلاصق مثل هذه القطاعات ذات الأشكال المتعددة فإنه يمكن تبين بعض أوجه الشبه والاختلاف بينها طبقا لبعض المبادىء . فيمكن مثلا إعطاء أوصاف بالشباب أو النضوج أو الشيخوخة للسطح الذى يمثله أحد القطاعات أو كلها ، كما قد لا تخفى ملاحظات أخرى عن مقـــدار التقطيع .. إلخ .

القطاعات البانورامية :

وترسم هذه القطاعات كقطاعات متداخلة ثم تمحى الأجزاء السفلى من كل قطاع مما يختفى خلف القطاع الذى أمامه . بعبارة أخرى ، ترسم هذه القطاعات بحيث يظهر أول قطاع بأكمله ، ثم يظهر الذى يليه (يعلوه) فى بعض الأجزاء التى تعلو القطاع الأول ، ويظهر فى القطاع الثالث فى الأجزاء التى تعلو القطاعين الأول والثانى . وهكذا .

وهذا يعنى أن ترسم هذه القطاعات بحيث يكون القطاع الأول هو أقل القطاعات ارتفاعاً بوجه عام، ويليه قطاع أكثر ارتفاعا بوجه عام وهكذا . ولذلك فإن هذه الطريقة لاتصلح إلا للمناطق المتدرجة فى الارتفاع بصفة

عامة . فيمكن مثلا عمل عدد من القطاعات العرضية لحوض تصريف مائى أو لأحد المنحدرات المتوسطه التى تنحدر عليها مجموعة من الأودية . وهكذا توضح هذه الطريقة الشكل العام للأجزاء العليا لأراضى ما بين الأودية وشكل القمم . أما قيعان الأودية فهى لاتظهر بطبيعة الحال لأن بعض الأجزاء الواطئة تمحى عند الرسم كما سبق الذكر .

ومما يذكر أنه إذا رسمت عدة قطاعات بانورامية عرضية على طول أحد الأودية فيمكن أن تظهر هذه القطاعات كما لو كانت قطاعات متتالية. ويحدث ذلك إذا عملت القطاعات العرضية عمودية على خطوط الكنتور ورسمت بحيث تقع قيعان الأودية فى جزء واحد من الشكل بقدر الإمكان . والسبب فى ذلك أن قاع الوادى وكذلك جوانبه تزيد فى الارتفاع من الجزء الأدنى فى اتجاه المنبع ، كما يضيق الوادى فى هذا الاتجاه . وهذا مما يجعل القطاعات يظهر كل منها فوق الآخر بقليل ودون حدوث التداخل بكثرة . ومن الواضح أنه إذا لم يحدث أى تداخل بحيث لا تمحى أى أجزاء من القطاعات فإننا نصبح بإزاء قطاعات متتالية لا قطاعات بانورامية . وعلى أية حال فإن هذه القطاعات أيا كان شكلها النهائى توضح بعض مايوجد من مصاطب فى قيعان وجوانب الأودية ، فضلا عن الشكل العام لهذه الجوانب

القطاعات الطولية للأنهار :

تعد القطاعات الطولية للأنهار وخطوط الجريان المائى أو المجارى الطولية للأودية الجافة من أهم القطاعات التى يهتم بها دارسو أشكال السطح. وقد سبق شرح الطريقة التى يتم بها عمل قطاع على طول خط متعرج من الخريطة ومثال ذلك القطاع الذى نحن بصدده .

وتتميز الأنهار دائمة الجريان والمجارى الفصلية بأن خطوط جريانها تتمثل فى الخرائط نظراً لأنها محددة فى الطبيعة ولا تتغير إلا ببطء شديد جداً مقارنة بخطوط الجريان المائى فى المناطق الصحراوية وشبه الصحراوية . أما هذه الخطوط الأخيرة فليس من الضرورى أن نجدها ممثلة فى كل اللوحات الكنتورية نظراً لعدم وضوحها فى الطبيعة وعدم ثباتها إذا قورنت بالصنف الأول . بل إن هناك من الأودية مالا يوجد فى قيعانها ما يمكن تبينه فى الطبيعة كخط جريان نظراً لشدة الجفاف وندرة الجريان المائى . وهذا الصنف من الأودية لا يوجد له فى الخرائط خط جريان بطبيعة الحال .

ومن الطبيعى أن نصادف هذه الحال فى الخرائط التى تمثل الأراضى المصرية والعربية بوجه عام . وعلى أية حال فقد نريد رسم قطاع طولى يمثل خط الجريان وقد يكون هذا الخط غير ممثل فى الخريطة . فعلينا هنا أن نمد خطا يصل بين الإنحناءات الكنتورية فى ضوء ما نعرف عن المكان المرجح لخط الجريان بحسب ما تشير إليه خطوط الكنتور .

إلا أنه ينبغى التنبيه إلى أن الخط الذى يقترح ليس من الضرورى أن يكون فى موقعه الفعلى تماماً وخاصة إذا كانت الخطوط الكنتورية متباعدة . وبحسب ما هو معروف عن خصائص الأودية الجافة الواسعة نسبياً . فإن خط الجريان قد يتغير من سيل لآخر . كما أن الجزء العلوى من خط الجريان الذى يمكن اقتراحه بالنسبة لأى من الأودية الجافة عادة ما يكون تعسفياً جداً نظراً لأن الجريان المائى قد لا يحدث بالمرة فى هذا الجزء العلوى . بل إن هذا القول يمكن أن ينطبق على الروافد الصغيرة جداً فى بعض المناطق الرطبة ذاتها .

وفى ضوء ما ذكر فإنه ينبغى القول بأن الدراسة الميدانية مطلب أساسى

لاستكمال أوجه النقص ما أمكن . كما يصح القول بأن الاعتماد على الخريطة في إجراء تحليلات واستنتاجات جيومورفولوجية ينبغي أن يكون اعتماداً جزئياً .

ومن أهم ما توضحه القطاعات الطولية للأنهار ولخطوط الجريان المائي أو المحاور الطولية للأودية الجافة المرحلة التي يمر بها القطاع . فإذا كان القطاع بطيء الانحدار عموما وذى شكل مقعر فيمكن وصفه بأنه متعادل أو متوازن . أما إذا كان يحتوى على نقطة (جزء) أو أكثر يشتد فيها الإنحدار عن أجزاء أخرى جهة المنبع فإن هـذا يستوجب البحث عن سببه إذا لم يكن معروفا .

ومن الممكن أن يكون السبب معروفا أو يعرف مباشرة إذا كنا مثلا بصدد شدة في الإنحدار بسبب شلالات أو جنادل معروفة كما هو الحال في نهر النيل . أما إذا كنا بصدد خطوط جريان في أودية صغيرة فذلك مما يستوجب دراسه ميدانية بوجه خاص .

وهنـاك سببان رئيسيان لوجود نقط (أجزاء) شديدة الانحدار في القطاعات الطولية . السبب الأول بنيوى . فقد توجد صخور صلبة يجرى عليها النهر عند هذه النقطة (الجزء) ولم يستطيع بعد أن يعمق فيها مجراه بقدر يؤدى إلى تمهيد القطاع . كما قد يكون هـذا السبب البنيوى حدوث انكسار عرضى على الوادى مع هبوط الجزء الأدنى منه مما يتسبب في وجود نقطة (جزء) يشتد فيها الانحدار على القطاع الطولى .

أما السبب الثانى لوجود نقطة يشتد فيها الإنحدار على القطاع الطولى هو ما يعرف بانخفاض مستوى القاعدة . فمن المعروف أنه إذا انخفض هذا المستوى سواء كان البحر أو بحيرة أو أى مستوى آخر ينتهى إليه الجريان

المائى فإن ذلك قد يؤدى إلى ظهور نقطة (جزء) يشتد الإنحدار عندها فى القطاع الطولى . وتأخذ هذه النقطة فى التراجع جهة « المنبع » تراجعاً بطيئاً تتوقف سرعته على ظروف لا مجال للتوسع فيها الآن .

ومما ينبغى ذكره أن شدة الانحــدار قد توجد فى جزء كبير نسبياً من القطاع الطولى وليس فى نقطة واحدة . وقد يرجع وجود هـذا الإنحدار إلى أى من السببين السابقين مع اختلاف فى بعض التفصيلات . ومن الطريف أنه إذا وجدت هذه الحالة فإنه قد لا يسهل تبينها بالدراسة الميدانية السريعة على حين أنها قد تظهر من قطاع الخريطة التفصيلية بصورة واضحة .

أما بالنسبة للأجزاء بطيئة الإنحدار فى القطاع فيمكن أن ترجع لبضعة أسباب . من أهم هذه الأسباب استقرار نظام الجريان مع حدوث الإرساب لوقت جيولوجى طويل نسبياً كما هو الحال بالنسبة للسهول الفيضية . كذلك وجود بحيرة أو سهل فسيح تعرض لإرساب وفير أو لنحت ثم إرساب وفير مع عدم وجود ظروف تساعد على تعمق المجرى فيه .

ولعله من المستحسن أن ننهى الكلام هنا بالتذكير بالمبالغة الرأسية فى القطاعات . ذلك أنه ينبغى الحرص عند الحكم على المرحلة التى يوصف بها القطاع إذا كانت المبالغة الرأسية كبيرة . ومن ناحية أخرى فإن المبالغة الرأسية الكبيرة تزيد من توضيح النقط (الأجزاء) شديدة الإنحدار نسبياً وذلك مما له أهمية كما سبق الذكر .

القطاعات العرضية للأودية :

هذه القطاعات هى الأخرى مما له أهمية خاصة عند دارسى أشكال السطح . وإذا عمل القطاع العرضى من الخريطة فإنه يعمل عادة على طول خط مستقيم

يقطع خطوط الـكنتور التى تمثل جوانب الوادى وقاعه فى وضع عمودى بقدر الإمكان . ولذلك فينبغى اختيار موقع خط القطاع اختياراً سليما .

وإذا لم يتيسر عمل خط يقطع خطوط الـكنتور فى وضع عمودى فيمكن تغيير اتجاه خط القطاع عند نقطة فى قاع الوادى بحيث يتعامد كل من جزئى خط القطاع على خطوط الـكنتور . وتتبع فى هذه الحالة طريقة عمل قطاع على طول خط متكسر (زجزاج) تلك التى سبق ذكرها . ومما يذكر أنه على حين أنه يعمل قطاع واحد لخط المجرى فانه يتم عمل بضعة قطاعات عرضية للوادى . بل يمكن أن تـكون قطاعات عديدة فى حالة الأودية الـكبيرة التى تحتوى على تعقيدات عديدة فى الشكل والخصائص .

وتساهم القطاعات العرضية فى تبين المرحلة التى يمر بها الوادى النهرى . فيمكن الحـكم على المرحلة إذا رسم القطاع العرضى بدون مبالغة رأسية وخاصة أن هذا ممكنا فى معظم القطاعات العرضية نظراً لتوفر فارق تضاريسى محلى كبير نسبياً . وبحسب التقسيم الديفيزى ، إذا كان الوادى على شكل حرف V فيوصف بأنه فى مرحلة الشباب ، وإذا كان على شكل حرف U فيوصف بأنه فى مرحلة النضوج . أما إذا كان جانباه متباعدين جداً وبطيئى الانحدار ويوجد فى قاعه سهل فسيح فيوصف بأنه فى مرحلة الشيخوخة .

ومما يمكن أن تشير إليه القطاعات العرضية للوادى أثر البنية فيما يمكن تسميته بالأودية ذات الجوانب غير المتماثلة التى يشتد انحدار إحدها وقد يزيد ارتفاعه عن الآخر . فمن المألوف أن توجـــد فى الأراضى ذات البنية طفيفة ومتوسطة الميل أودية ذات جانب شديد الانحدار يرتبط بظواهر بعض الطبقات التى تتميز بمقاومة شديدة نسبياً . بينما يرتبط الجانب الآخر البطىء

بميل الطبقات بحيث يمكن أحيانا أن تكون درجة ميل الطبقات مساوية أو قريبة من درجة انحدار جانب الوادى (سطح الأرض) . ومما يذكر أن هذا النمط من القطاعات العرضية يمكن أن يلفت النظر إلى وجود هذه البنية بمجرد ملاحظته وذلك قبل الإلمام بأى بيانات جيولوجية أو ميدانية .

كذلك مما تساعد القطاعات العرضية على تبينه مع الدراسة الميدانية خاصة ما يعرف بالمصاطب . وهناك ما يعرف بالمصاطب البنيوية التى يساعد تفاوت مقاومة الصخور بجانبي الوادى على وجودها . كما أن هناك مصاطب نهرية الأصل ترجع إلى التطورات التى حدثت فى النحت والإرساب بمرور الوقت فى الوادى . ومن أهم أسباب حدوث هذه التطورات وتكون المصاطب انخفاض مستوى القاعدة ، وكذلك التغيرات فى كمية المياه الجارية لأسباب مناخية أو بسبب الأسر النهرى .

ثانياً : طرق كمية أخرى

سبق القول أن القطاعات التضاريسية طريقة كمية إلى حد ما ، ولما أهميتها الخاصة فى الدراسة الجزفلوجية . ولكن هناك طرقا أخرى أكثر تعقيداً من الناحية الإحصائية أو الرياضيـــه وكذلك من الناحية الكارتوجرافية نعرض لها فى هذا القسم . وقد أخذ اتباع الطرق الكمية يتزايد فى العقدين الأخيرين ، إلا أن كثيراً مما ترد معالجته هنا هى طرق متبعة فى تحليل الخريطة كميا منذ وقت طويل نسبياً وربما يجد القارىء فائدة فى هذه الطرق لا فى تحليل الخريطة فحسب وإنما كذلك فى تحليل بعض البيانات الميدانية التى يمكن الحصول عليها بإجراء قياسات فى الطبيعة .

ويلاحظ أن أغلب الطرق المورفومترية المتبعة فى تحليـــل الخريطة الكنتورية طرق تبحث بصورة أشمل فى سطح الأرض الذى تمثله الخريطة . فكثير منها كما سنرى لا يبحث فى السطح على طول خط محدد كالقطاع التضاريسى . وإذا استثنينا الطريقة الأولى وهى حساب مقدار الانحدار على طول خط ما ، فيمكن القول إن بقية الطرق تبحث فى خصائص السطح بصورة أكثف . فهناك معالجة شاملة للخريطة من حيث خاصية ما كما هو بالنسبة للمنحنى الهبسومترى والمنحنى الكلينوجرافى (منحنى الانحدار) . كما أن بعض الطرق يقوم على فحص تكرار ظاهرة أو خاصية معينة فحصا أكثر شمولا أو تركيزاً مثل طريقة قطاعات النسب المئوية ، والمنحنى الألتيمترى .

حساب الانحدار :

يصف الجرفلوجيون سطح الأرض إذا كان فى وضع غير أفقى بأنه سطح منحدر (بكسر الدال) . كما تستعمل كلمة منحدر (بفتح الدال) كمقابل لكلمة سفح . أما كلمة مائل فقد تستعمل فى بعض الكتابات كمقابل لمنحدر بكسر الدال، إلا أن الجرفلوجيين خاصة يستعملون كلمة مائل عند الكلام عن الطبقات الصخرية التى توجد فى وضع غير أفقى . ولذا فيقال ميل الطبقات ، وانحدار السطح .

ويعبر عن مقدار الانحدار رقميا بأكثر من صورة . فهناك نسبة حدية كأن يقال ١/١٠ أو ١/٥٠ مثلا . وقد اتفق على أن الحد الأول من هذه النسبة هو مايمثل الفارق الرأسى بين أى نقطتين على السطح . أما الحد الثانى فيمثل المسافة الأفقية بين هاتين النقطتين . ومن الواضح أنه كلما كان الحد الثانى لهذه النسبة رقما أكبر فهذا يعنى أن مقدار الانحدار أقل أى أبطأ والعكس صحيح . فالواقع أن هذه النسبة الحدية ماهى إلا كسر فمثلا ١/١٠ تعادل $\frac{١}{١٠}$ أو ١ر٠ ، أما ١/٥٠ فتعادل $\frac{١}{٥٠}$ أو ٠٢ر٠ ، وهكذا .

ولحساب مقدار الإنحدار فى صورة نسبة حدية كالسابق ذكرها على طول خط مستقيم بين نقطتين يجرى الآتى :

١ — يتم الحصول على الفرق بين منسوبى النقطتين . وقد تكون كل منهما معلومة المنسوب كأن تكون واقعة على خط كنتورى فبذلك يكون منسوب النقطة هو منسوب الخط . وقد يحدث بعض التقريب إذا كانت أحداهما أو كلاهما لا تقعين على خط كنتور . وبطرح منسوب النقطة

الأوطأ من منسوب النقطة الأعلى يحصل على الفرق بين المنسوبين .

٢ — تقاس المسافة بين النقطتين على الخريطة، وتحول بحسب مقياس الرسم إلى أمتار ، (أو إلى أقدام فى الخرائط الميلية) . فاذا كانت المسافة ٥ سم مثـــــلا ، وقيمة السنتيمتر ٥٠٠ متر على الطبيعة ، فتكون المسافة ٢٥٠٠ متر .

٣ — تقسم المسافة الأفقية على المسافة الرأسية (الفرق بين المنسوبين) ثم يوضع الناتج كحد ثانى للنسبة بينما الحد الأول هو رقم ١ . فيكون حسابها كالتالى :

$$\frac{\text{٢٥٠٠ متر (المسافة الأفقية)}}{\text{١٠٠ متر (مثلا)}} = \text{٢٥ ، أى ١/٢٥ .}$$

وينبغى عدم اتباع القسمة العادية بقسمة الفارق بين المنسوبين على المسافة الأفقية إذا كان المطلوب هو الحصول على مقدار الإنحدار بالنسبة سابقة الذكر . إلا أنه تتم قسمة الفارق بين المنسوبين على المسافة الأفقية إذا كان المطلوب هو ظل زاوية الإنحدار كما سيأتى القول .

أما الصورة الثانية فى التعبير عن مقدار الإنحدار فهى الدرجات . فيقال ينحدر السطح بين نقطة ما ونقطة أخرى ثلاث درجات أو عشر درجات مثلا . ومع أنه ينبغى للجيمورفلوجى أن يقيس درجات الإنحدار فى الدراسة الميدانية بغية الوصول إلى تفصيلات ودقة أكثر فان الخريطة التفصيلية يمكن أن تمدنا بدرجة إنحدار عام على طول خط ما .

ولحساب درجة الإنحدار على طول خط مستقيم بين نقطتين تجرى الخطوتان الأولى والثانية فى الطريقة السابقة الخاصة بالإنحدار فى صورة نسبة

حدية . وبعد الحصول على الفرق بين المنسوبين بالأمتار وطول المسافة الأفقية بالأمتار يقسم الأول على الثانى عاديا للحصول على كسر عشرى . ويتم استخراج درجة الإنحدار التى تقابل الكسر الناتج (ظل الزاوية) من جدول ظلال الزاويا .

ويمكن الاستغناء عن جدول ظلال الزاويا إذا كان المطلوب درجة الإنحدار بالتقريب . ويتم ذلك بضرب هذا الكسر العشرى ، أو ضرب النسبة الحدية سابقة الذكر فى الثابت ٦٠ . فإذا فرض أن هذا الكسر هو ٠,١٠٠٠ (أى ١/١٠) فيمكن إجراء الآتى :

$$٠,١٠٠٠ \times ٦٠ \text{ أو } \frac{١ \times ٦٠}{١٠} = ٦^{\circ} \text{ درجات}$$

ولتبين مقدار التقريب بهذه الطريقة من الحساب يمكن أن نورد بعض الدرجات التى يمكن استخراجها والرقم الحقيقى لظل زاوية الانحدار . وهذه الدرجات والأرقام هى :

درجة واحدة تقابل ١/٦٠	أو ١/٥٧,١٤	على وجه الدقة
درجتان « ١/٣٠	أو ١/٢٨,٦٥	« « «
ثلاث درجات « ١/٢٠	أو ١/١٩,٨٠	« « «

ومن المفضل عدم اتباع طريقة الضرب فى الثابت ٦٠ إلا فيما يتعلق بالانحدارات البطيئة . أما بخصوص الانحدارات الشديدة والمتوسطة فيستحسن الرجوع إلى الجداول الرياضية .

وهناك حالات مختلفة يتم فيها حساب الإنحدار . من أبسط هذه الحالات

حسابه على طول خط مستقيم بين نقطتين على نحو ماسبق شرحه . وقد يكون هذا الخط عموديا على خطوط الكنتور بصفة عامة ؛ أى يمثل أشد إنحدار فى الجزء الذى يمتد به الخط . وقد يكون مائلا بالنسبة للاتجاه العـــام لخطوط الكنتور كما هو الحال عند حساب انحدار طريق .

وقد تتبع طريقة حساب الانحدار على طول خط مستقيم عمودى على خطوط الكنتور بصورة إحصائية لحساب متوسط الإنحدار . ويتم ذلك بالنسبة للمنحدرات التى يمكن شكلها العام من مد عدد كبير من الخطوط المستقيمة التى تقطع خطوط الكنتور بوضع عمودى عامة . فبعد حساب الإنحدار العام لكل خط يتم الحصول على المتوسط الحسابى للانحدار كما هو متبع فى حساب هذا المتوسط . وتعتبر الخطوط التى تمـــد على المنحدرات لحساب متوسط انحدارها على هذا النحو عينات إحصائية . وهكذا فينبغى توزيع الخطوط بطريقة مناسبة إحصائية ، كأن تكون عشوائية أو على مسافات منتظمة بقدر الإمكان .

وفضلا عن حساب متوسط الإنحدار العام لعدد من الخطوط على النحو المذكور سابقا فإنه يمكن معالجة تفصيلات أكثر بنفس الطريقة . فأحيانا يكون الفاصل الكنتورى للخريطة صغيرا نسبياً بحيث يعتمد عليه إلى حد ما فى تحليل تفصيلات أكثر . فيمكن مثلا حساب متوسط الانحدار بين كل خطى كنتور على أساس عدد مناسب من العينات أو القياسات بين كل خطى كنتور . وهكذا يمكن الخروج بمتوسط انحدار لكل نطاق كنتورى شبيه بما سيأتى الكلام عنه ضمن معالجة منحنى الإنحدار (المنحنى الكلينوجرافى) . وقد تكون النتائج التى تأتى بها هذه التفصيلات ذات أهمية فى الدراسات الجيومورفلوجية ، أو فى الدراسات الخاصة بتعرية التربة .

حالة أخرى هى أن يتم حساب معدل الإنحدار على طول خط متعرج كما هو الحال على طول خط جريان مائى (نهر أو خط مجرى جاف) . ولحساب الإنحدار العام لخط جريان مائى يتم الحصول أولا على الفارق بين منسوبى القمة ومستوى القاعدة . ومن المعلوم أن بداية خط الجريان ليس من الضرورى أن تكون عند خط كنتور أو نقطة منسوب . ومن ثم ينبغى تقديرها فى ضوء أقرب خط كنتورى أو نقطة منسوب أو كليهما . كما أنه ليس من الضرورى أن تكون نهاية خط المجرى فى البحر كما هو الحال بالنسبة للروافد أو خطوط الجريان التى تنتهى إلى مستويات قاعدة محلية كالبحار الداخلية والبحيرات ، أو المنخفضات الصحراوية . . إلخ . وينبغى هنا أيضا تقدير منسوب المصب على ذلك النحو .

وبعد ذلك يتم الحصول على المسافة الأفقية لطول خط الجريان . ويفضل أن تقاس هذا المسافة بالقسم الذى يمكن أن يعطى نتائج أدق مما تعطى عجلة القياس . وتحول هذه المسافة كما هو متبع طبقا لمقياس رسم الخريطة . ويحسب الإنحدار العام لخط الجريان كما سبق شرحه .

وقد يكون من المفيد أن يحسب الإنحدار بالتفصيل بين كل خط كنتور وآخر على طول خطوط المجارى فى شبكة أو عدة شبكات نهرية . فعلى افتراض أن هناك مجموعة من الروافد التى تتجه إلى خط رئيسى ، أو مجموعة من الخطوط الرئيسية التى تنتهى إلى مستوى قاعدة واحد فانه يمكن تحديد مقدار الإنحدار بين كل خطى كنتور بشكل إحصائى . وقد تكون نتائج هذا الفحص مفيدة فى مقدار إزالة كل من هذه المجارى من صخور ، أو فى تحديد تأثير البنية ، أو تأثير ما يعرف بالتجديد فى المجارى النهرية .

أسلوب بليث التضرس المحلى

أجريت عدة دراسات تختص بما يعرف بالتضرس المحلى local relief وبخاصة فى ألمانيا . وقد أفاد «سمث» G. H. Smith منها فى دراساته عن السطح فى ولاية أوهيو الأمريكية . ويمكن إعطاء فكرة عن دراسته لتبين الطريقة التى اتبعها ولما لذلك من أهمية فى إمكان تحوير هذه الطريقة للحصول على خريطة تمثل متوسط الإنحدار بحسب الخريطة الكنتورية .

وقد حصل « سمث » على خرائط بمقياس ١ : ٦٠٠٠٠٠ وقسمها إلى مستطيلات تبلغ أبعاد كل منها نحو ٤و٤ × ٧٥و٥ ميل على الطبيعة . ثم حسب الفارق فى المنسوب بين أعلى نقطة وأوطأ نقطة فى كل مستطيل . وتم الحصول على ٢٠٠٠ رقم سجلت فى أواسط المستطيلات المذكورة . ثم عملت بعد ذلك خطوط تساوى توضح الأجزاء المتساوية فى مقدار الفارق التضاريسى بفارق ١٠٠ قدم بين كل خط وآخر . ثم ظللت الخريطة بثمانية ظلال لتوضيح فئات التضرس المحلى .

ومما أجرى أيضا هو حساب مساحة كل فئة من فئات التضرس المحلى أى من ٠ — ١٠٠ ، من ١٠٠ — ٢٠٠ قدم ، إلخ) . كما حسبت النسبة المئوية لكل مساحة من إجمالى مساحة أوهيو .

ومن عيوب هذه الطريقة أنها تقوم على حساب المدى التضاريسى الأقصى لكل مربع (مستطيل) ، ويوضع الرقم الناتج فى وسط المربع . هذا مع أنه يمكن أن يكون أكبر منسوب وأقل منسوب يقعان كل بعيداً عن الآخر فى ركنين من المربع . كما يمكن أن يكون أقصى فارق تضاريسى يتمثل فى

جرف ليس له مسافة أفقية تذكر . وقد اقترح « سمث » للتغلب على ذلك أن تقسم المربعات التي تحتوى على مثل هـــذه الحالات إلى مربعات أصغر وتطبق نفس الطريقة عليها ، إلا أن ذلك قد يؤدى إلى اضطراب الخريطة الناتجة .

وقد اقترح « ملر A.A.Miller » إمكانية تحوير هذه الطريقة لعمل خريطة تمثل الانحدار . فبقسمة المدى الرأسى بين أعلى نقطة وأوطأ نقطة على المسافة الأفقية بينهما يمكن الحصول على صورة من صور مقدار الإنحدار . ثم يتم بعد ذلك رسم خريطة بخطوط متساوية لتمثيل البيانات الناتجة .

وقد اتبع « ريس Raisz وهنرى » طريقة « سمث » فى تحليل التضرس المحلى لولاية نيوانجلندا ، ولكنهما خرجا بأن النتائج ليست مرضية فى هذه الدراسة . ذلك أن هناك أودية عميقة تقطع السهل التحاتى بتلك المنطقة مما يعطى أرقاماً كبيرة عن المدى التضاريسى المحلى، وكذلك الحال بالنسبة للتلال المنعزلة التى تبرز وسط الأسطح المستوية .

وقد ذكر « ريس وهنرى » أن طريقة « سمث» لاتناسب إلا الهضاب التى تمر تضاريسها بمرحلة النضوج ذات البنية الرسوبية الأفقية ، والتى تتميز بمنحدرات منتظمة وتاريخ فزيوغرافى بسيط . وينبغى اتباع طرق أخرى فى المناطق ذات البنية المعقـــدة . وقد حاول « ريس وهنرى » اتباع طريقة « سمث » ولكن على أساس مربعات مساحة كل منها ميل واحد . ولكن الخرائط الناتجة كانت معقدة لا يمكن إخراجها فى خريطة ذات مقياس أصغر للولاية كلها .

أيسوبليث الظل وجيب التمام

يعتبر « ستريلر » A.Strahler من رواد التحليل الكمى فى الدراسة الجرفلوجية . وقد نهج هذا السبيل أملا فى احلال التعبير الكمى فى هذه الدراسة محل التعبير الكيفى غير الكمى . وقد نشر « ستريلر » عام ١٩٥٦ خريطتين للانحدار من نوع جديد بطريقة الخطوط المتساوية .

ولعمل هذه الخرائط ينبغى توزيع عدد كبير من الأرقام فى الخرائط الأساسية . ويمكن الحصول على هذه الأرقام إما بالدراسة الميدانية أو بالحساب من خريطة كنتورية تفصيلية . فبالحصول على أرقام تمثل ظلال زوايا الإنحدار وأرقام تمثل جيوب زوايا الإنحدار يمكن عمل خريطة تمثل كلا منهما . ومن هذه الخرائط النهائية يمكن الخروج بنتيجة أخرى إضافية وهى رسم هستوجرام يمثل نسبة المساحة التى تدخل فى كل من فئات ظل أو جيب تمام الزواية . وذلك بقياس كل من هذه المساحات بأية طريقة من طرق قياس المساحات بين خطوط التساوى .

وقد قام « كلارك وأورل » باتباع هذه الطريقة فى عمل خرائط من هذا النوع لإحدى المناطق . ومما خرجت به دراستهما أن الخرائط التى تقوم على الدراسة الميدانية وتمثل فيها ظلال وجيوب تمام الزوايا لا تتميز كثيراً أو يمكن الاعتماد عليها أكثر من الخرائط التى يمكن عملها من خرائط كنتورية تفصيلية . هذا فضلا عن أن الخرائط التى تعمل بناء على الخريطة الكنتورية تستغرق وقتا أقل مما تتطلبه الخرائط القائمة على المسح الميدانى . كذلك يرى هذان الباحثان أن طريقة الكوروبليث التى اتبعها « ريس ، وهنرى » ربما

يمكن تفضيلها على هذه الطريقة إذا قامت على خرائط كنتورية كافية ومعرفة جيدة بمنطقة الدراسة .

كور وبليت الانحدار :

حاول « ريس ، وهنرى » محاولة أخرى تقوم على تقسيم اللوحات إلى مناطق يتميز كل منها بدرجة من التجانس أو الوحدة الفزيوغرافية . مثال ذلك التلال المنعزلة monadnocks والأودية المعمقة وغيرها . ولكن هذه الطريقة هي الأخرى لم تكن موفقة . ذلك أن سهلا فسيحا بطيء الانحدار قد يتضمن مدى تضاريسيا محليا أكبر مما هو بالنسبة لتل منعزل يتميز بانحدار أشد ولكنه صغير المساحة وذي فارق تضاريسي صغير .

وأخيرا قسم هذان الباحثان الخرائط التفصيلية إلى أقاليم صغيرة تتساوى في عدد خطوط الكنتور التي تمر في كل منها . وقد اختيرت سبع فئات تمثل : ما يقل عن ٥٠ قدما للميل ، ٥٠ — ١٠٠ قدم للميل ، ثم ١٠٠ — ٢٠٠ من ٢٠٠ — ٣٠٠ ، من ٣٠٠ — ٤٠٠ ، من ٤٠٠ — ٥٠٠ ثم مايزيد عن ٥٠٠ للميل . ثم عمل مقياس تناسب بين المسافة الأفقية وعدد خطوط الكنتور بحيث استعمل المقسم في وضع الحدود الدقيقة بين المساحات التي يدخل كل منها في فئة معينة . وبعد استكمال عمل الحدود بين المساحات التي نقلت هذه الحدود إلى خريطة صغيرة للولاية وتم تظليل هذه المساحات .

وقام « كالف » Calef « ونيوكوم » Newcomb بعمل خريطة لمعدل الإنحدار لولاية الينوى بالطريقة سابقة الذكر مع استعمال معادلة « ونتورث » Wentworth وهي :

$$\frac{\text{متوسط عدد الخطوط المارة فى الميل} \times \text{الفاصل الكنتورى}}{\text{٣٣٦١ (ثابت)}}$$

وتعطى هذه المعادلة ظلال زوايا الإنحدار التى يمكن الحصول عليها من جدول الظلال . وبهذه الطريقة لا يستعمل المقياس الخاص بالتناسب بين المسافة الأفقية وعدد خطوط الكنتور لكل من فئات الانحدار . وقد تم تظليل تلك الخريطة بأربعة ظلال على نحو ما يتبع فى خرائط الكوروبلث .

وبحسب مبدأ إمكانية حساب الانحدار بقسمة الفاصل الرأسى على المسافة الأفقية فيمكن اتباع طريقة أكثر تفصيلا فى الدراسات التى تختص بمناطق أصغر . فالمثلين السابقين لخريطة كوروبليث الانحدار هما لولايات أمريكية لمساحات كبيرة نسبيا . ولهذا كان من الضرورى الاعتماد على عدد خطوط الكنتور التى تمر فى الميل وليس على المسافة الأفقية بين خط كنتورى والذى يليه .

ولذلك يقترح الكاتب طريقة لعمل خريطة كوربليث للانحدار تقوم على أساس أكثر تفصيلا مما سبق إذا كانت الدراسة تختص بمناطق صغيرة . وقد عملت خريطة بهذه الطريقة لمنخفض الواحات الداخلة . ولعله من المستحسن أن نشرح طريقة عمل هذه الخريطة .

ونبدأ بالقول أنه من الممكن أن نحول الخريطة الكنتورية إلى خريطة كوروبليث إنحدار . ويقصد بها خريطة تبين المساحات التى تشترك كل منها فى فئة إنحدار . وتتوقف دقة الخريطة الناتجة على مقدار تفصيل الخريطة الكنتورية وعلى دقة العمل أثناء القياس بين الخطوط الكنتورية .

ويمكن عمل هذه الخريطة تبعاً للخطوات التالية :

١ — يجرى فحص مبدئى سريع للفاصل الكنتورى ومقياس رسم الخريطة لمعرفة مقدار أشد الأنحدارات وأبطئها وكذلك توزع هذه الانحدارات بشكل عام فى الخريطة .

٢ — يتم إختيار عدد مناسب من فئات مقدار الانحدار فى ضوء ذلك الفحص السابق . ومما يراعى أن توجد فئة تضم الانحدارات الشديدة جداً لما لها من أهمية مع عدم إهمال جزء كبير من الخريطة قد يندرج تحت فئة واحدة . ومن المفيد أن يكون عدد الفئات المختارة كبيراً . كما أنه ليس من الضرورى أن تكون الفئات ذات قيم منتظمة .

٣ — يعمل مقياس تناسب بين فئات مقدار الانحدار المختارة وفتحات المقسم على هيئة مفتاح أو دليل يرجع إليه أثناء القياس بين الخطوط الكنتورية .

وفيما يلى نموذج لمثل هذا الدليل للوحات بمقياس ١ : ١٠٠٠٠٠ .

نسبة الانحدار	درجة الانحدار	فتحة المقسم	
		فاصل كنتورى ٢٠ م	فاصل كنتورى ١٠ م
أشد من ١/٥	أشد من ٢٠َ ١١°	٠ — > ١ مم	٠ — > ٥ر مم
ون ١/٥ — ١/٩ر٩	من ١٨َ ١١° — ٤٢َ ٥°	١ — > ٢ مم	٥ر — > ١ مم
من ١/١٠ — ١/٩ر١٤	من ٤٢َ ٥° — ٥٥َ ٣°	٢ — > ٣ مم	١ — > ٥ر١ مم
.. الخ.			

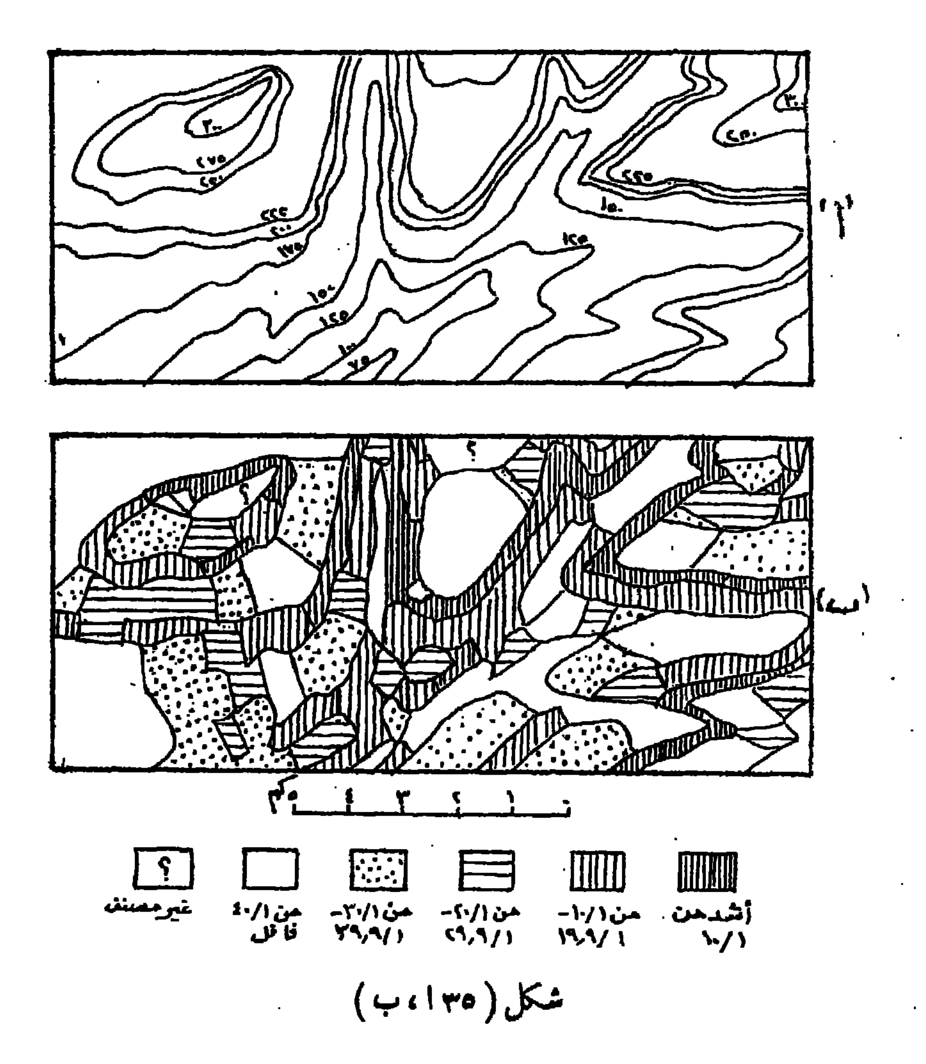
٤ — يتم على أساس دليل كسابق الذكر تمرير القسم بين خطوط الكنتور بحيث توضع حدود عندما تضيق أو تتسع المسافة بين خطي الكنتور عن الحد الخاص بكل فئة . وتعتبر هذه الحدود مضافاً إليها أجزاء خطوط الكنتور التي تحيط بكل فئة إنحدار هي حدود كل فئة ، بحيث يعاد عمل نسخة من الخريطة بدون أجزاء خطوط الكنتور التي تدخل في المساحات التي حددت .

ومن الواضح أن هذه الحدود هي خطوط تعسفية إلى حد ما قد لا توافق تماماً ما هو موجود في الطبيعة . إلا أنه بعد الانتهاء من عمل الخريطة يمكن الاعتماد عليها بقدر الاعتماد على الخريطة الكنتورية في تحديد نطاقات أو مساحات بحسب فئات الانحدار التي وضعت . وهي تتميز عن الخريطة الكنتورية بأنها توضح مباشرة مقدار الانحدار ، وليس على طول خطوط فقط بل لمساحات .

٥ — تلون الخريطة أو تظلل بصورة مناسبة ، ويعمل لها مفتاح بحسب هذه الألوان أو الظلال . كما يمكن عمل مفتاح يجمع بين الظلال ومقدار الانحدار . ويمكن وضع عدد من نقط المناسيب لكي تساهم في توضيح الاتجاهات العامة أو الرئيسية للانحدار فضلا عن المناسيب ذاتها . كذلك يمكن عمل بضعة أسهم توضح إتجاهات الانحدار إذا أمكن للخريطة أن تستوعب ذلك .

ويوضح شكل ٣٥ (ا ، ب) مثلا لخريطة كنتورية حولت إلى خريطة كوروبليث انحدار .

ومما يمكن إدخاله ضمن خرائط كوروبليث الانحدار ما أقترحه «ملر» O.M. Miller تحت إسم خرائط نطاقات الأنحدار Slope zone maps وتهدف



شكل (١٣٥، ب)

طريقة « ملر » إلى تمثيل نطاقات الانحدار على أساس درجات تمثل عناصر « أقسام » المنحدر الكبرى التى إقترحها « ود » wood وهذه الأقسام هى المنصر العلوى ، الواجهة الصخرية ، المنحدر المستمر ، ثم منحدر الحضيض . وقد بنيت هذه التقسيمات على دليل بالدرجات إستنتجه من بعض المعالجات الرياضية وإستعمل خرائط كنتورية ذات مقياس ١ : ٦٢٥٠٠ فى تحديد حدود هذه النطاقات . وتم تصغير هذه الخرائط وتلوينها .

خريطة المنحدرات بالنقط :

قام ربنسون A. H. Robinson بعمل خريطة تمثل درجات الانحدار بطريقة التوزيع بالنقط . ولعمل هذه الخريطة قسم الخريطة الكنتورية إلى مربعات تبلغ مساحة كل منها ١٠٠ ميل مربع . ثم قدر متوسط الانحدار فى كل مربع ووضعت نقطة لكل درجة إنحدار فى كل من هذه المربعات . وقد وضعت هذه النقط تبعاً لخطوط الكنتور الموجودة فى كل مربع . أى لم توضع بطريقــــة منتظمة أو عشوائية ، وبحيث تعطى إنطباعاً بالاستمرار فى نفس الوقت .

ومن الناحية النظرية فإن هذه النقط تعبير كمى صحيح عن درجات الانحدار ويمكن عدها . كما يمكن من خلال هذا التوزيع أخذ إنطباع سريع عن المناطق شديدة الانحدار والمناطق بطيئة الانحدار تبعاً لتزاحم أو تباعد هذه النقط . وينبغى فى هذه الطريقة إختيار قلم التعبير المناسب بحيث لا تكون النقط كبيرة أو صغيرة أكثر مما يجب حتى تخرج الخريطة بشكل جيد .

ولا تسلم هذه الطريقة أيضاً من العيوب . فهى تقوم على أساس الخريطة الكنتورية التى تتضمن بعض التعميم . كما أن التعميم قد يزداد إذا كانت المربعات التى قسمت إليها الخريطة مربعات كبيرة . ومن ناحية أخرى فإنها لا تصلح إلا للمناطق شديدة أو متوسطة التضرس. أما المناطق قليلة التضرس فقد لا يسهل تبين تفصيلات الانحدار بها . وهى كبعض الطرق الأخرى لا توضح إتجاه الانحدار، فذلك يصبح متعذراً وخاصة إذا صغرت الخرائط أو نقلت بياناتها إلى خريطة أصغر .

قطاعات النسب المئوية:

من الاتجاهات الحديثة فى الدراسة الجرفلوجية هو المقارنة بين المنحدرات مقارنة كمية . وتجرى معظم القياسات التى تجرى لهـذا الغرض من خلال دراسة ميدانية . إلا أنه إذا كانت الخريطة الكنتورية ذات فارق صغير فلا مانع من الإفادة بها فى إجراء بعض التحليلات .

فهناك مثلا من النظريات مايتضمن أن المنحدرات تتراجع تراجعاً متوازياً وهناك ما يتضمن أنها تتراجع على هيئة تخفيض عام للسطح ، ثم هناك مايتضمن أنها تتراجع بصورة مركبة . وفضلا عن محاولة التعرف على كيفية التراجع من خلال عمل قطاعات دقيقة أثناء الدراسة الميدانية ومقارنتها أو بمعالجة درجات الانحدار التى تسجل فى الميدان بطرق إحصائية مناسبة فإنه يمكن الاستعانة بالخريطة الكنتورية فى بعض هذه الجوانب بالنسبة للمنحدرات الكبيرة . ويلاحظ أن معظم الدراسات التى تتم فى هذا المضار تتعلق بمنحدرات صغيرة ذات فارق تضاريسى محلى صغير . ويرجع ذلك إلى بضعة أسباب من بينها سهولة القياس على المنحدرات الصغيرة كذلك فانها تغرى من حيث أنها أقل تعقيدا سواء فيما يختص بتفصيلات شكلها أو تطورها .

وهكذا فلا ينبغى أن يستبعد الاعتماد على مقارنة القطاعات التى تعمل من الخريطة التفصيلية وخاصة فى حالة تشابه الظروف البنيوية والمناخية واحتمالات التطور . فلا مانع من مقارنة عدة قطاعات فى منطقة واحدة أو منطقتين توجد بينهما بعض أوجه الشبه . ومن الصحيح أنه يوجد تعميم فى الخرائط مهما كانت تفصيلية ، ولكنه يوجد تعميم أيضاً فى أغلب القياسات والقطاعات الميدانية وإن يكن على مستوى تفصيلى .

ويمكن إجراء مقارنة بين القطاعات على أساس النسب المئوية للتغلب على صعوبة التفاوت فى أبعادها . ذلك أنه يمكن أن تتفاوت المسافة الأفقية والمسافة الرأسية بين القطاعات تفاوتاً يصعب إزاءه إجراء مقارنة مباشرة دقيقة . ومن الصحيح أنه يمكن تكبير القطاعات الصغيرة أو تصغير الكبيرة للمقارنة بينهما إلا أن مقارنتها بطريقة النسب المئوية لأجزاء المحورين الطولى والرأسى تعتبر طريقة أدق . هذا فضلا عن أن تفريغ مقدار انحدار الأجزاء المختلفة للقطاعات فى جدول أو بضعة جداول يمكن أن يقلل من صعوبة المقارنة إذا كانت القطاعات كثيرة ويمكن أن تكون هذه الجداول هى أساس المقارنة وتتلخص هذه الطريقة فيما يلى :

١ — ترسم القطاعات كل على حدة بالطريقة العادية على ورق رسم بيانى مربعات بطولها كما هو فى الخريطة . ويفضل ألا تكون هناك مبالغة رأسية إذا تيسر ذلك أى فى حالة المنحدرات الشديدة والمتوسطة . وينبغى أن تكون المبالغة الرأسية موحدة فى جميع القطاعات التى تمثل منحدرات طفيفة .

٢ — يراعى ألا تكون هناك أى مسافة من المحور الرأسى أسفل القطاع كما لا تكون هناك أى مسافة أعلاه . أى ينبغى أن تكون كلا من بداية ونهاية القطاع فى ركن من أركان الرسم .

٣ — يقسم كل من المحورين الأفقى والرأسى إلى أجزاء متساوية يمكن أن تكون ٥ أجزاء أو ١٠ أجزاء مثلا .

ويتوقف هذا على أبعاد القطاع وعلى عدد خطوط الكنتور التى تبين على المحور الرأسى . فإذا كان القطاع صغيراً يمكن تقسيم كل من المحورين

إلى ٥ أجزاء وإذا كان كبيراً فيقسمان إلى ١٠ أجزاء مثلا .

٤ — يكتب على هذه الأقسام أرقام تبدأ بالصفر وتنتهى بالمائة ٪ .
ومن الواضح أن أقسام وأرقام المحور الطولى ليس من الضرورى أن توافق الأقسام التى سبق عملها على هذا المحور لتوضيح مناسيب القطاعات .

٥ — طالما أصبحت لدينا القطاعات مقسمة إلى أجزاء بالنسبة المئوية فإنه يمكن تفريغ الأقسام التفصيلية للقطاع فى جداول أو جدول مناسب . وبطبيعة الحال كلما كانت القطاعات مقسمة إلى أكبر عدد ممكن من الأقسام فإن ذلك يزيد من دقة المقارنة . ويمثل جدول (١) مثالا لما يمكن عمله المقارنة بين قطاعات النسب المئوية .

مقارنة مناسيب القطاعات بالنسب المئوية

بترتيب النسب المئوية للمحور الطولى .

% من المسافة الأفقية لجميع القطاعات	% من المسافة الرأسية					الخ
	ق (١)	ق (٢)	ق (٣)	ق (٤)	ق (٥)	
١٠	٨	٨	٧	٨	٧	
٢٠	١٧	١٨	١٧	١٩	١٩	
٣٠	٣٤	٣٥	٣١	٣٢	٣٠	
٤٠	٤٠	٤٢	٤١	٤٠	٤٣	
٥٠	٥٢	٥٢	٥٠	٤٩	٥٠	
٦٠	٥٩	٥٨	٦٢	٦٠	٦١	
٧٠	٥١	٧٠	٧٢	٧١	٦٩	
٨٠	٨٠	٧٩	٧٧	٧٥	٧٩	
٩٠	٨٨	٨٧	٨٥	٨٥	٩٠	
١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠	

ومن الممكن عمل جداول أخرى مختلفة عن هذا الجدول بحسب مايراد مقارنته . فمثلا يمكن عمل جداول لمقارنة متوسط الانحدار مقاساً من نهاية كل جزء من أجزاء المحور الأفقي أو الرأسي على النحو السابق . هذا مع مراعاة تأثير المبالغة إذا أخذت درجات الانحدار من القطاع . ومن مميزات هذه الطريقة أنه كما سبق القول يمكن إجراء مقارنة بين المنحدرات مهما كانت أبعادها . وهذا بدوره يساعد على الحكم فيما إذا كانت المنحدرات تتراجع على هيئة خطوط متوازية أو على هيئة تخفيض شامل أو كليهما. ومن الأمثلة التي يمكن أن تطبق عليها هذه أحد المنحدرات التي تجاورها بعض الفصائل المتفاوتة في الأبعاد . فلعل مقارنة قطاعات المنحدر بقطاعات الفصائل يساعد على تتبع كيفية تطور المنحدرات حتى مع التفاوت في الارتفاع المحلى . كذلك يمكن المقارنة بهذه الطريقة بين عدد من القطاعات الطولية لعدد من خطوط الجريان التي تمتد على منحدر واحد .

المنحنى الهبسومترى :

يمكن إعتباره إحدى صور المنحنى التكرارى المتجمع . وهو منحنى تبين فيه المساحة الإجمالية الواقعة فوق أى كنتور ، بحيث تكون كل نقطة موقعه حداً لباقى كل المساحة والارتفاع الذى يعلوها وباقى كل المساحة والارتفاع الأقل منها . وهو بهذا يختلف عن المنحنى التكرارى البسيط الذى يمكن إستخدامه هو الآخر فى تمثيل بعض البيانات التضاريسية .

ومن الممكن أن يكون المنحنى الهبسومترى ممثلا المساحه والارتفاع الفعلى . وذلك بحيث تمثل المساحة بالكيلو مترات المربعة (أو الأميال المربعة) والمناسيب بالأمتار (أو الأقدام) . كما يمكن أن تمثل المساحة

والارتفاع فى صورة نسبة مئوية بحيث تـكون نقطة بداية المحورين هى الصفر ونقطتا نهاية المحورين هى ١٠٠ ٪ . كذلك يمـكن الجمع بين الأرقام الفعلية والنسب المئوية معاً .

ولعمل منحنى هبسومترى بالأرقام الفعلية يمـكن إتبـــاع الخطوات الآتية : —

١ — تقاس مـساحة كل من النطاقات الـكنتورية قياساً دقيقاً . ويلاحظ أن النطاق الأول قد لا يكون بادئاً بخط كنتور بل هو وضع على أساس ما. وهنا ينبغى تقدير متوسط منسوبه ويراعى ذلك عند رسم المنحنى آخر الأمر بحيث يبدأ المحور الرأسى برقم هو متوسط المنسوب . كذلك الحال بالنسبة لقياس المساحة أو المساحات التى تلى آخر خط كنتور . فينبغى تقدير متوسط منسوب هذه المساحة أو المساحات التى تلى آخر خط كنتور ، بحيث ينتهى المحور الرأسى للرسم برقم يمثل ذلك المتوسط . وتدون هـــــذه القياسات والملاحظات فى ورقة جانبية .

٢ — يقام محور رأسى وآخر أفقى ويقسم كل منهما بحيث تمثل المناسيب على الأول والمساحات على الثانى. ويراعى فى المحور الرأسى ماسبق ذكره عن نقطة بدايته ونقطة نهايته،وذلك بحيث لا توجد أى مسافة تزيد عن المطلوب بحسب المناسيب اللازم تمثيلها . كما يراعى فى المحور الأفقى تقسيمه إلى أجزاء مناسبة تـكتب عليها أرقام بالتدريج تنتهى بالمساحة الـكلية لجميع النطاقات . وليست هناك شروطاً متفق عليها لأبعاد الشكل ولـكن « ستريلر » نادى بتوحيد أبعاد هـــــذه الأشكال بحيث تـكون ١٠ × ١٠ فى دراسات التعرية النهرى .

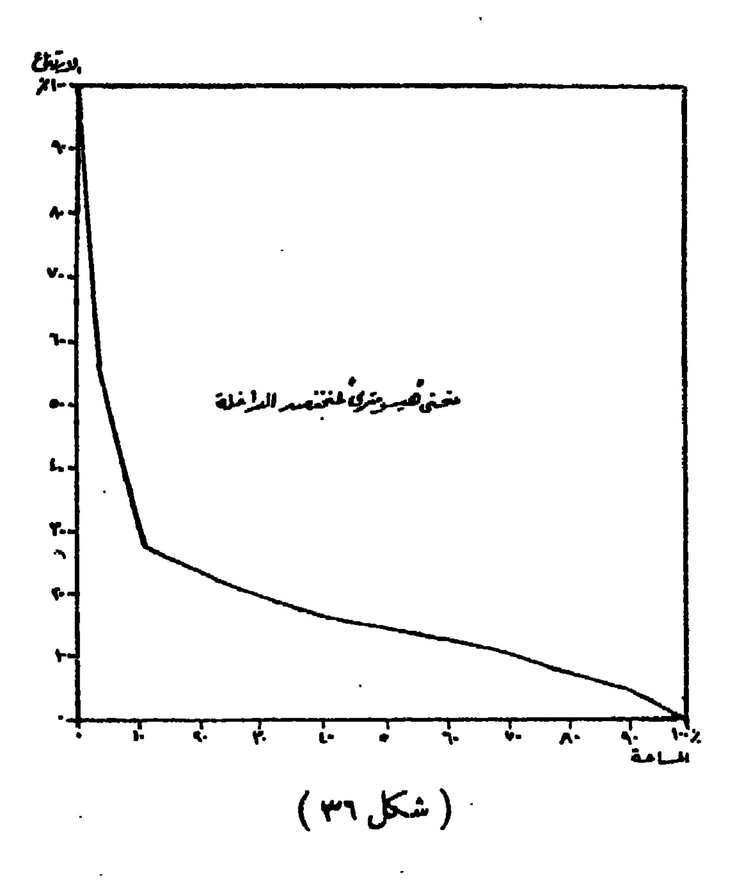
٣ — توقيع النقط التي يتم بها رسم المنحنى . ويراعى فى توقيع هذه النقط أن تقع عند الحد العلوى « لفئة المنسوب » أى أمام الرقم الثانى من رقمى كل نطاق كنتورى، وكذلك عند الحد العلوى للمساحة المقابلة لكل نطاق. بعبارة أخرى يتبع ما يتم اتباعه فى رسم المنحنيات التكرارية المتجمعة . وبانتهاء توقيع النقط يلاحظ أن آخر النقط التي ينبغى وضعها تقع فى الركن الأمامى العلوى من الشكل . بعد ذلك نصل بين هذه النقاط إما باليد أو بمنحنيات البلاستيك التي تساعد على عمل منحنيات أفضل مما يعمل بدونها : هذا ويصح أيضاً استعمال المسطرة فى التوصيل بين نقط هذا المنحنى .

أما إذا كان من المفضل أن تبين النسب المئوية فى الشكل فيمكن توضيح ذلك على المحورين الأفقى والرأسى، وذلك بكتابة أرقام تبدأ من الصفر وتنتهى إلى ١٠٠ ٪ عند نهاية كل من المحورين .

ويمكن أن تكون الأرقام مسلسلة كل ١٠ ٪ أو كل ٢٠ ٪ مثلا . ويراعى أن تكون كتابتها على الناحية الأخرى فى مقابل الأرقام الفعلية التي سبق كتابتها . إلا أنه ليس من الضرورى أن يكون كل رقم فعلى يقابله رقم من أرقام النسب المئوية .

أما إذا رؤى عمل منحنى بالنسبة المئوية فقط فيمكن الاستغناء عن الأرقام الفعلية ، بعد رسم المنحنى على أساسها . كما أنه من الممكن إجراء حسابات النسب المئوية أولا لكل من « فئات الارتفاع » و « فئات المساحة » ثم يرسم المنحنى بعد ذلك . ثم يقسم كل من المحورين إلى مسافات تكتب عليها النسب المئوية مع مراعاة الدقة فى التقسيمين الأول والأخير من كل من المحورين . لذلك أنه كما سبق الذكر يمكن أن يكون كل منهما

أقل من أى قسم آخر . وفى هذه الحالة لا تكون الأقسام كل ١٠ أو ٢٠٪ مثلا على المحورين . ولذلك فمن المفضل أن يقسم المحورين بعد الرسم على أساس الأرقام الفعلية إلى وحدات متساوية كل منها يمثل ٥ أو ١٠ أو٢٠٪ مثلا . ويوضح شكل (٣٦) مثالا لمنحنى هبسومترى بالنسب المئوية .

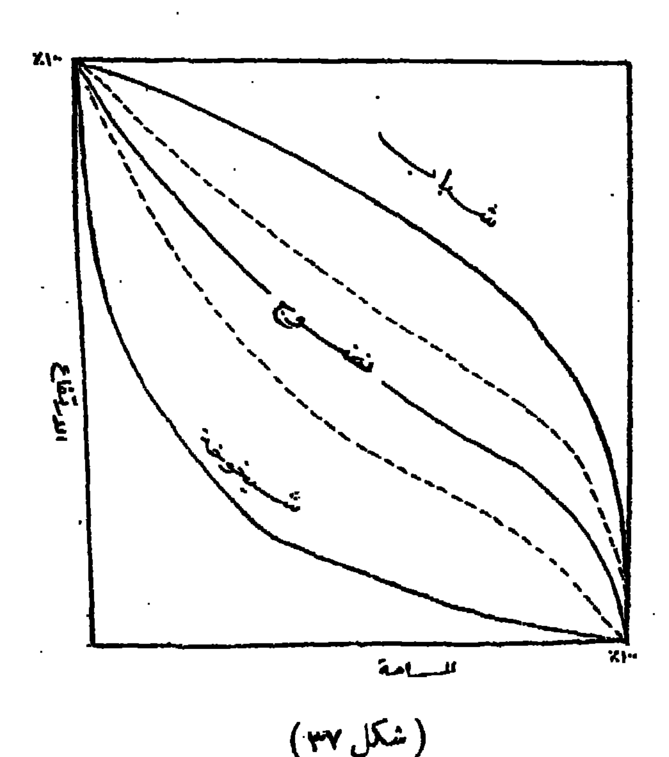


(شكل ٣٦)

ومما يذكر أن المنحنيات الهبسومترية بالنسب المئوية تعتبر ذات أهمية فى تسهيل المقارنة بين المناطق المختلفة أو بين أحواض التصريف مهما اختلفت فى أبعادها الرأسية والمساحية . ولهذا السبب فقد فضلها ستريلر Strahler فى المقارنه بين الأحواض النهرية . ولزيادة دقة المقارنة فقد اقترح أن تكون

أبعاد الشكل المرسوم ١٠ سم × ١٠ سم عند إجراء المقارنة كما سبق القول .

ومما تبرزه المنحنيات الهبسومترية سواء كانت لأحواض نهرية أو لمناطق يضم كل منها عدة أحواض مايعرف بالمرحلة الجرفلوجية . فمن الملاحظ أن المنحنى إذا كان معظمه يمتد فى الجزء البعيد عن نقطة أساس الشكل فيمكن أن يوصف الحوض أو المنطقة بأنها فى مرحلة الشباب وإذا كان المنحنى فى موقع متوسط فنحن بإزاء مرحلة نضوج أما إذا كان المنحنى يمتد معظمه بالقرب من النقطة الأساسية للشكل فيعتبر الحوض أو المنطقة فى مرحلة الشيخوخة . ويوضح شكل (٣٧) ثلاثة منحنيات تمثل المراحل الثلاث والحدود الفاصلة بين النضوج وكل من الشباب والشيخوخة .



(شكل ٣٧)

ومما ينبغى ذكره فى هذا الصدد أنه لا يجب الاعتماد على المنحنى

الهبسومترى فى خفض الانحدار . فهو ليس كالقطاع التضاريسى بل هو منحنى إحصائى لا يوضح مقدار الانحدار . إلا أنه من الممكن الاعتماد على ما قد يظهر فيه من تغير واضح فى جزء منه إعتماداً جزئياً لا فى حساب الانحدار وإنما فى البحث عن سبب شدة أو بطء الانحدار فى هذا الجزء .

ذلك أن التغير فى جزء ثانوى من المنحنى نتيجة ضيق المساحة أو إتساعها فى فئة منسوب ما يعنى غالباً شدة أو بطء الانحدار بالفعل ولكن ليس من الصواب أن يحسب الانحدار من المنحنى .

طرق أخرى لتمثيل المساحة / الارتفاع :

فضلا عن المنحنى الهبسومترى توجد طرق أخرى لتوضيح هذه العلاقة . ولكن هذه الطرق لا تمثل إجمالى المساحة أو إجمالى النسب المئوية على غرار ما يمثله ذلك المنحنى . فهى تمثل المساحة الفعلية أو نسبتها المئوية من إجمالى ساحة بحسب كل نطاق كنتورى .

ومن هذه الطرق مايعرف بمنحنى المساحة / الارتفاع . وهو منحنى يمثل هذه البيانات بطريقة غير متجمعة . أى أنه يقوم على فكرة المنحنى التكرارى البسيط بل إنه شبيه بالخط البيانى العادى .

ولعمل منحنى من هذا النوع تجرى الخطوات الآتية :

١ — تقاس مساحات النطاقات الكنتورية بأى من الطرق الدقيقة ويراعى فى ذلك ماسبق ذكره فى أول خطوات عمل المنحنى الهبسومترى .

٢ — يرسم محور رأسى يمثل المناسيب المختلفة بحسب ماتم فى الخطوة السابقة ويرسم محور أفقى لتمثيل المساحات مع مراعاة أن طول هذا المحور

يتوقف على أكبر مساحة بين النطاقات الكنتورية وليست المساحة الكلية .

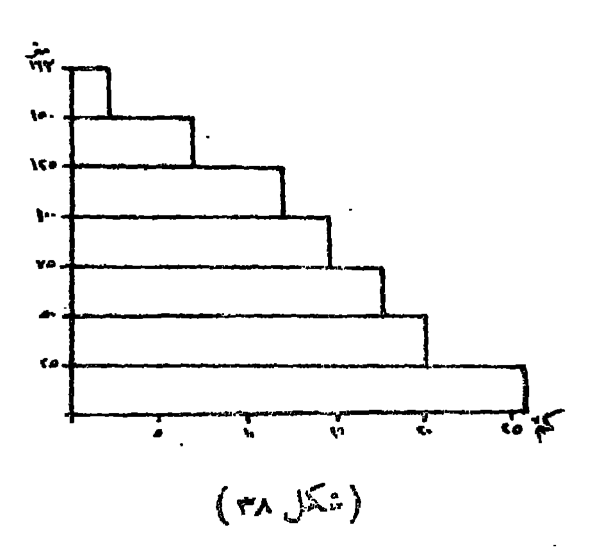
٣ — يمكن تقسيم هذا المحور إلى نسب مئوية أيضا بحيث يوضح المساحة الفعلية والنسب المئوية ، أو يكتفى بالنسب المئوية إذا رؤى ذلك . بل إنه يمكن إجراء ذلك فى المحور الرأسى ذاته إذا دعت الحاجة لذلك . فقد تكون هناك حاجة أو إمكانية لمقارنة عدد من المنحنيات لمناطق مختلفة المساحة والمناسيب .

٤ — توقع نقط تمثل موقع المساحة من فئات الارتفاع . ويراعى أن تكون هذه النقط فى وسط فئات الارتفاع وليست أمام الأرقام التى تمثل خطوط الكنتور على المحور الرأسى . وبعد توقيع هذه النقط يتم التوصيل بينها . .

وهناك طريقة شبيهة تقوم على نفس البيانات التى تمثل بالطريقة السابقة . ولعمل شكل من هذا النوع تتبع الخطوات الثلاث الأولى مما سبق . ثم بدلا من أن توقع نقط فى أواسط فئات الارتفاع تعمل أعمدة تقع حدودها العلوية أمام حدود الارتفاع على المحور الرأسى . أما طول كل من الأعمدة فيتناسب والمساحة التى يمثلها بحسب ما يشير إليه المحور الأفقى ، وذلك يتضح فى شكل (٣٨) . ويمثل هذا الشكل بيانات المساحة / الارتفاع لجزيرة يبلغ ارتفاعها ١٦٣ مترا ، وتبلغ مساحتها نحو ١٠٠ كم^{٢} . ومن الواضح أنه يمكن عمل هذا الشكل بالنسب المئوية لكل من المساحة والارتفاع أو لأيهما فقط .

ومن الممكن أن يرسم هذان الشكلان فى وضع آخر بحيث تكون

المساحات ممثلة على المحور الرأسى والمناسيب ممثلة على المحور الأفقى . ولكن هذا الوضع قليلا ما يستعمل فى هذين النوعين من الرسوم .



(شكل ٣٨)

المنحنى الألتيمترى التكرارى :

وهو منحنى تكرارى يوضح تكرار « عدد » حالات تتعلق بالارتفاع فى مقابل كل من فئات إرتفاع . ويشبه هذا المنحنى جداً ماسبق تسميته منذ قليل بمنحنى المساحة/ الارتفاع .

ويتلخص الاختلاف بينهما فى أن هذا منحنى يوضح تكرارات تختص بالارتفاع فى مقدمتها نقط المناسيب بينما يوضح المنحنى السابق مساحات فى مقابل فئات الارتفاع . وقبل شرح طريقة عمل هذا المنحنى لعله من المستحسن أن نستطرد قليلا فى الفكرة الجرفلوجية وراء هـــذا المنحنى ، وكذلك الهستوجرام الألتيمترى التكرارى الذى توضح بواسطته نفس البيانات . ونعرض بعد ذلك لكيفية عمل هذا المنحنى وعمل الهستوجرام المذكور .

فمن موضوعات البحث الجرفلوجى الهامة ما يعرف بسطوح (أسطح) التعرية erosion surfaces . وموجز تعريف سطح التعرية أنه سطح — أو بقايا سطح على الأدق ارتبط بثبات ظروف التعرية نسبياً لوقت طويل إلى حد ما بحيث إكتسب السطح بعض الاستواء ، وكذلك بعض الاتساع . إلا أن هناك من التطورات التالية ما يمكن أن تؤدى إلى تغيير فى المعالم الأصلية لسطوح التعرية بحيث يمكن القول أنها تتغير كثيراً من حيث مساحة كل منها بل ومناسيب كل منها . ولهذا فإن تتبع هذه السطوح أو بقاياها على الأصح يعتبر من الدراسات المعقدة فى الجرفلوجية .

ومما يزيد من صعوبة البحث فيها أيضاً أن سطح التعرية ـ والمقصود هنا ما ينتج عن التعرية النهرية ـ يفترض فيه تقارب المناسيب إذا فحصت أجزاء صغيرة منه على حدة . أما إذا فحصت أجزاؤه المختلفة ـ هذا إن وجدت عدة أجزاء ـ فيزداد الأمر تعقيـــداً . ومن أسباب ذلك تدرج المناسيب فى العادة فى إتجاه الأجزاء الدنيا من الأحواض النهرية . أضف إلى ذلك إمكانية التفاوت فى كيفية تراجع المنحدرات فى بقايا سطوح التعرية لأسباب منها التنوع الصخرى . وهذا مما يؤثر فى انتظام المناسيب فى بقايا السطوح .

ويعتبر فحص الخرائط وتحليلها من الوسائل الهامة فى التبين أو الاحتمال المبدئى لوجود سطح تعرية أو أكثر فى منطقة ما . ومن الواضح أنه كلما كانت الخرائط ذات فارق كنتورى صغير فإن ذلك يعطى تفصيلا وإطمئناناً أكثر نسبيا فى الاحتمالات ولكن فحص الخريطة واجراء بعض التحليلات الكمية كعمل منحنى التيمترى تكرارى أو غيره ينبغى ألا يكون عملا

مستقلا بل لابد من فحص الصور الجوية والدراسة الميدانية إذا كانت هناك دراسة جادة .

وقد ألمحنا إلى أن بقايا سطوح التعرية يفترض فيها أن تكون متقاربة المنسوب وخاصة إذا كنا بصدد منطقة صغيرة . كما يفترض فيها إتساع المساحة التى تشغلها أو كثرة التلال والأجزاء المختلفة عنها وبناء على هذين الفرضين فقد تبادر إلى ذهن الباحثين بضعة طرق كمية لتحليل الخريطة الكنتورية لتوضيح ما إذا كان يوجد فى منطقة ما بقايا لسطح أو أكثر من سطح . ومن بين هذه الطرق ما يعرف بالمنحنى الألتيمترى التكرارى والهستوجرام الألتيمترى التكرارى .

وهناك عدة إتجاهات لجميع حالات الارتفاع اللازمة لعمل هذا المنحنى . فقد اتجه البعض إلى نقط المناسيب التى توجد فى اللوحات الكنتورية بحيث يعتمد على هذه النقط وحدها فى عمل هذا المنحنى أو عمل هستوجرام . ولعله يصح القول أنه ينبغى أن تكون هذه النقط كثيرة جداً بقدر يقلل من فرصة التحيز بالمعنى الإحصائى . ولكن ذلك لايتوفر عادة فى الخرائط الكنتورية أو الطبغرافية مهما كانت مزودة بنقط مناسيب .

وهناك إتجاه آخر إلى تقسيم الخريطة إلى مربعات صغيرة ، وتؤخذ أعلى نقطة فى كل مربع . وقد تكون هذه النقطة هى نقطة منسوب فعلية كما قد تكون مقدرة تبعاً لخطوط الكنتور التى توجد بكل من المربعات التى قسمت إليها الخريطة .

وفى كلتا الحالتين ينبغى عمل فئات منسوب يندرج تحت كل منها عدد من النقط التى تم جمعها من الخريطة ثم تمثل هذه النقاط فى منحنى تكرارى

أو هستوجرام . ومن الواضح أن جمع التكرارات من الخريطة يستغرق وقتاً طويلا كما أنه عمل يستلزم الدقة بقدر الإمكان . ولتوضيح مراحل جمع هذه التكرارات من المستحسن أن نذكر بعض النقاط التى تفيد فى هذه الطريقة كما قد تفيد فى طرق أخرى وهذه النقاط هى : —

١ — تحديد المنطقة التى تجرى بها الدراسة تحديداً جيداً يقوم على بعض المبادىء الجرفلوجية . وقد تكون هذه المنطقة جزءاً واحداً كما قد تكون عدة أجزاء صغيرة تشير الدلائل المبدئية إلى إحتمال وجود بقايا سطح أو أسطح تعرية بها . ولهذا فإن التحديد المبدئى للجزء أو للأجزاء المعنية ليس تحديداً جزافياً .

ومما يذكر فى هذا السياق أنه كثيراً ما يكون خط كنتور ما هو حد المنطقة المعنية إذا كانت المنطقة واسعة نسبياً وتشمل تضاريساً متنوعة . كما يمكن أن يحدد جزءين بخط كنتور ما . وفى حالة الدراسة التى تختص بحوض نهرى مثلا صغيراً كان أم كبيراً من الواضح أن حدود الحوض تتخذ أساساً لإجراء هذه الدراسة الإحصائية .

ولكنه يلاحظ فى جميع الحالات التى لا يكون حدها خط كنتور ، أن فئة أقل المناسيب خصوصاً قد تؤدى إلى بعض الخطأ فى الاستنتاجات . والسبب فى ذلك أن التكرارات فى هذه الفئة تظهر فى العادة بعدد قليل مما قد يوحى بأن الفئة التى قبلها ربما ترتبط بسطح تعرية . ومما قد يساعد على هذا الخطأ أن الفئة التى تعلو هذه الفئة قبل الأخيرة قد تكون ذات تكرارات أقل مما يبرز تكرارات الفئة قبل الأخيرة بشكل يلفت النظر .

٢ — تقسم المنطقة التى تم تحديدها إلى عدد مناسب من المربعات

ويتوقف عدد هذه المربعات على مقدار تفصيل الخرائط المتوفرة أى فارقها الكنتورى بصفة خاصة ، وكذلك مقدار توفر نقط المناسيب . وكلما كانت الدراسة تفصيلية فإن ذلك يستدعى عمل مربعات صغيرة والعكس صحيح . ومما يؤثر فى أبعاد المربعات أيضاً إتساع المنطقة أو الأجزاء موضع الدراسة .

وعلى العموم ينبغى فى جميع الحالات توفر عدد كبير من المربعات للحصول على عدد كاف من التكرارات يمكن أن يناسب مثل هذه الطريقة الإحصائية. إلا أنه مما ينبغى ذكره أن تفاوت عدد المربعات للمنطقة الواحدة قد يؤثر فى النتائج التى يمكن إستخلاصها . كما أن هناك من الأسباب التى قد تؤدى إلى تغيير هذه النتائج وسوف نعرض بعضها بعد قليل .

٣ ـ ينبغى عمل سجل خاص بالنقط التى يتم جمعها من الخريطة . ومن الفضل أن يكون هذا السجل بفارق منسوب أقل ما يمكن . فلا مانع أن يكون بالمتر الواحد فى الدراسات التفصيلية والتى تتميز عادة بفارق تضاريسى محلى صغير . كما يمكن أن يكون كل ٥ أمتار . وفى حالة المتر الواحد تكتب خانة فى كشف كبير تبدأ بأقل رقم وتنتهى بأكبر رقم بحيث تسجل التكرارات أمام كل رقم . وبعد الانتهاء من ذلك تجمع التكرارات التى توجد أمام كل رقم، ويحتفظ بهذا البيان كمصدر أساسى للمعالجة الإحصائية . ذلك أنه يمكن تجميع التكرارات فى فئات مناسبة ، يمكن أن يكون مداها ٥ متر أو ١٠ متر مثلا ويمكن أن يكون جمع التكرارات مصنفاً منذ البداية فى فئات كل ٥ متر مثلا . وذلك بعمل كشف تفصيلى على النحو السابق ولكن أمام فئات بالفارق المذكور . وتجمع كذلك التكرارات الموجودة فى كل فئة ويحتفظ بهذه الأرقام أيضاً كمصدر المعالجة الإحصائية . ومن الواضح أنه يمكن تكبير حجم الفئات عن ٥ أمتار .

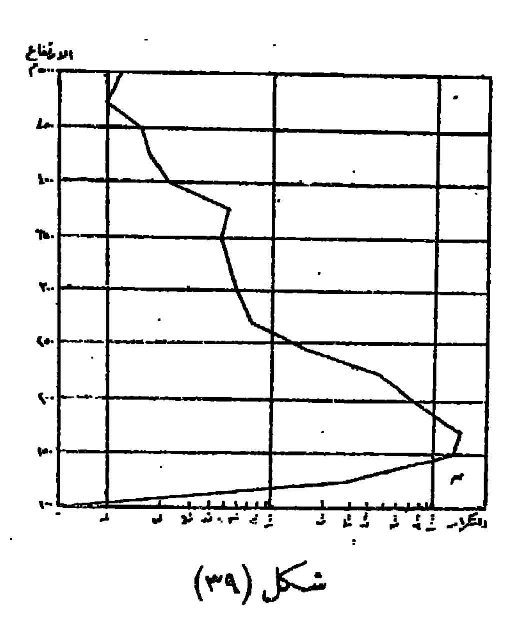
٤ - رسم منحنى تكرارى تبعاً لهذه الأرقام بحسب الفئات التى يستقر الرأى على تمثيلها . ويمكن أن تمثل التكرارات بحسب فئات مختلفة الحجوم فى شكل واحد . ويراعى فى رسم هذا المنحنى أن توقع نقط التكرارات مقابل مراكز فئات المناسيب وليس مقابل الحد العلوى أو السفلى. ويتم التوصيل بينها بخطوط مستقيمة كما يتضح فى الشكل سابق الذكر.

ومما يلاحظ على المبدأ الأساسى للطريقتين السابقتين أنه ليس هناك تركيز على الأشكال الواقعية التى يحتمل أن تتخلف كبقايا لأسطح التعرية. فكما سبق القول يرجح أن أسطح التعرية القديمة لا تبقى منها إلا أجزاء مبعثرة كثير منها على هيئة تلال . ولهذا فقد إتجه البعض إلى التركيز على دراسة هذه البقايا فقط وليس على مربعات الخريطة أو المنطقة بكاملها أو جميع نقط المناسيب التى تسجل أعداد منها فى الخرائط . وفى ضوء هذا المبدأ فقد اهتم الباحث فى دراسته لمنخفض الداخلة بما يمكن تسميته بالقمم والمساحات الصغيرة المتبقية. فما كانت تهدف إليه هذه الدراسة هو تبين ما قد يوجد فى قاع هذا المنخفض من سطوح أو مستويات تعرية . وقد أدخل فى الحسبان المرتفعات الصغيرة التى يمثلها خط كنتور مغلق والتلال الصغيرة التى لم تمثل بخطوط كنتور لصغرها . ولكى يكون هناك حد للمساحة القصوى لخطوط الكنتور المذكورة فقد أخذ فى الحسبان كل كنتور يحيط بمساحة ٢ سم^{٢} أو أقل على خرائط ١ : ٢٥٠٠٠ ، أى كل مساحة تقل عن $\frac{١}{٨}$ كم^{٢} .

وقد أجريت بعض التحليلات الإحصائية الدقيقة التى يمكن أن تفيد فى دراسة مناطق أخرى . إلا أن النتائج التى تم التوصل إليها من خلال هذه التحليلات ربطت بنتائج الملاحظات الميدانية وتبين أنه لا ينبغى الاعتماد

على تحليل الخريطة فقط فى إستخلاص النتائج . فإن الدراسة الميدانية من أهم الأسس فى أغلب موضوعات الدراسة الجرفلوجية .

ولعله من المستحسن أن نورد هنا نموذجاً للمنحنى الألتيمترى التكرارى . فنختار ما تم عمله فى منخفض الداخلة بالنسبة للقمم مؤكدة المنسوب أى القمم التى حدد إرتفاعها باطمئنان من اللوحات الكنتورية، شكل (٣٩). ويلاحظ



شكل (٣٩)

من هذا الشكل أنه استعملت ورقة رسم بيانى لوغارتمية نظراً لشدة التفاوت بين التكرارات . ويمثل هذا المنحنى فئات مقدار كل منها ٢٥ مترا .

الهستوجرام الألتميترى التكرارى :

الهستوجرام شكل إحصائى معروف يمثـــل التكرارات بالنسبة لفئات ما . وهكذا فإنه يمكن أن تمثل به البيانات التى يمثلها المنحنى الألتيمترى التكرارى وما سبق قوله عن جمع البيانات اللازمة لعمل ذلك

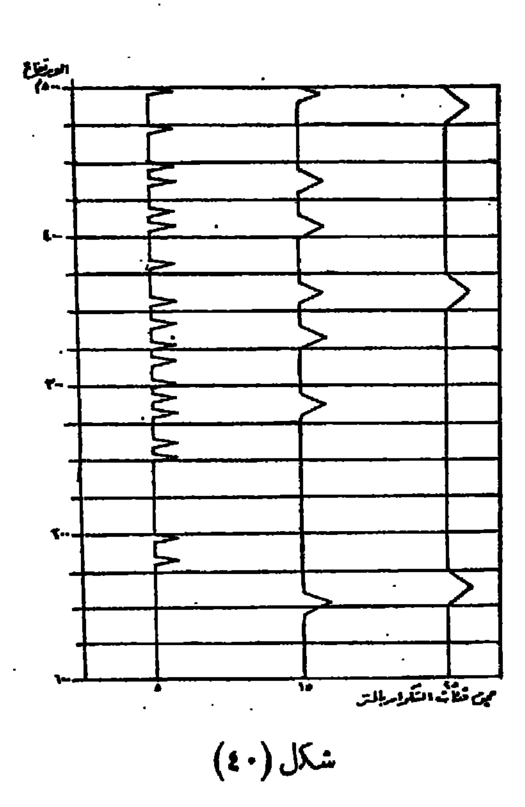
المنحنى يقال أيضا بالنسبة للهستوجرام الألتيمترى . ولعمل هستوجرام يمثل تكرارات نقط المناسيب أو تكرارات القمم بحسب فئات الارتفاع يرسم محور أفقى تمثل عليه فئات الارتفاع ومحور رأسى تمثل عليه التكرارات . ويمكن أن يكون المحور الأفقى مخصصاً للتكرارات والمحور الرأسى مخصصاً لفئات الارتفاع على غرار المثال الذى أورد للمنحنى الألتيمترى .

ومما يمكن التلميح إليه فى هذا السياق أن الاهتمام ينصب فى المنحنى الألتيمترى التكرارى وكذلك فى الهستوجرام الألتيمترى على المناسيب التى يتركز فيها تكرار كبير . فإذا كان العدد كبيراً فهذا يعنى إحتمال وجود سطح تعرية . وفى ضوء ذلك يمكن عمل رسم آخر يوضح توزيع هذا التركز فقط ، وهو ما يمكن تسميته بالخط البيانى للقمم التكرارية . فمن الممكن أن تحدد الفئات التى تزيد تكراراتها عما قبلها وعما بعدها . ويرسم لذلك خط بيانى يمثل هذه الحالة . وقد اتبعت هذه الطريقة فى التحليل الذى قام به الكاتب أيضاً فى منخفض الداخلة .

ويوضح شكل (٤٠) ثلاثة خطوط بيانية توضح هذا التركز أو «القمم» التكرارية الخاصة بالقمم التضاريسية التى سبق الكلام عنها . ويمثل الخط الأيسر فئات كل ٥ أمتار ، والخط الأوسط فئات كل ١٥ متر ، أما الخط الأخير فلفئات كل ٢٥ متر .

وفى ختام الكلام عن هذه الطريقة التكرارية بأى من الأسس التى ذكرت فينبغى القول أن شدة التقطيع قد تؤدى إلى بعض الخطأ فى الاستنتاج . وذلك لأن شدة التقطيع تؤدى غالباً إلى كثرة القمم بأشكالها المختلفة وكذلك

إلى كثرة نقط المناسيب عادة فى الخريطة . كما ينبغى ألا ننسى أهمية الدراسة الميدانية وفحص الصور الجوية كعمل مشترك فى الوصـــول إلى أقوى الاحتمالات .



شكل (٤٠)

منحنيات الانحدار :

منحنى الانحدار هو خط يمثل متوسط الانحدار فى حوض نهرى ما أو لمساحة منحدرة ، أو مضرسة . وقبل شرح إحدى هذه الطرق فما ينبغى ذكره أنه قد لا يتيسر فى كثير من الأحوال رسم المنحنى بالدرجات التى تحسب من الخريطة . والسبب فى ذلك أنه كثيراً ما نحصل على درجات إنحدار قليلة لا تساعد على رسم منحنى معقول . ومن الممكن التغلب على

هذه الصعوبة أحياناً بمضاعفة أرقام الدرجات التى تم الحصول عليها ، أو ضربها فى ٣ أو ٤ مثلا إذا كانت كل الأرقام قليلة . إلا أن ذلك قد يتعذر إذا وجد رقم أو رقمان كبيران فإذا ضربناهما فى ٣ مثلا يزيد الرقم الناتج عن ٩٠° درجة . وتتضح هذه الصعوبة فى المثال التالى :

فئة المنسوب	متوسط الانحدار	٣ × مثلا
٢٠٠ — ٢١٠	١	٣
٢١٠ — ٢٢٠	٢	٦
٢٢٠ — ٢٣٠	٣	٩
٢٣٠ — ٢٤٠	١٠	٣٠
٢٤٠ — ٢٥٠	٣٥	١٠٥
٢٥٠ — ٢٦٠	٣	٩

فمن الجدول السابق يتضح أنه يصعب رسم أجزاء من المنحنى بانحدارات طفيفة هى ١ ، أو ٢ أو ٣ درجات . وإذا فكرنا فى تكبير جميع الأرقام بنفس النسبة بحيث تضرب فى ٣ فإننا نصبح بإزاء رقم يزيد عن ٩٠° . وفضلا عن هذه الصعوبة فإنه حتى إذا لم يزد أحد الأرقام عن ٩٠° فإننا نكون بإزاء مبالغة رأسية كالتى سبق الكلام عنها ضمن الكلام عن عمل القطاعات التضاريسية . ولذلك فلا ينبغى تكبير الأرقام إلا إذا كان ذلك ضروريا كما ينبغى ألا يكون هذا التكبير « أو هذه المبالغة الرأسية » بالقدر الذى يجعل أحد أو بعض الأرقام تزيد عن ٩٠° . ويفضل أن تكتب الدرجات الفعلية على أجزاء المنحنى بعد عمله حفاظاً على الدقة .

وهناك بضع طرق للحصول على الدرجات اللازمة لعمل منحنى الانحدار طبقاً للخريطة الكنتورية .

ومن هذه الطرق ما اقترح ستريلر strahler . وتقوم هذه الطريقة على قسمة الفاصل الكنتورى على متوسط عرض النطاق للحصول على ظل زاوية الانحدار . ولهذا يتم قياس مساحة كل من النطاقات الكنتورية بأحد الطرق المناسبة،ثم يتم قياس أطوال خطوط الكنتور . وبعد ذلك تقسم مساحة كل نطاق كنتورى، على متوسط طول خطى الكنتور اللذان يحيطانه . فيتم الحصول على متوسط عرض النطاق . وبقسمة الفاصل الكنتورى على متوسط عرض النطاق تحصل على ظل الانحدار . ويمكن الحصول على الدرجات التى تقابل الظلال من جدول ظلال الزوايا .

وفيما يلى مثال إفتراضى يوضح البيانات اللازمة لعمل منحنى إنحدار ، وكيفية رسم هذا المنحنى ، وهو لجزء من خريطة بمقياس رسم ١ : ٢٥٠٠٠ يحده خط كنتور ٢٠٠ .

النطاق الكنتورى	المساحة « كم^{٢} »	متوسط الكنتورين (كم)
٢٠٠ — ٢٢٠	١٥	١٥
٢٢٠ — ٢٤٠	١٢	١١
٢٤٠ — ٢٦٠	٧	٨
٢٦٠ — ٢٨٠	٥	٧
٢٨٠ — ٣٠٠	٣	٥
٣٠٠ — ٣٢٠	٣	٣
٣٢٠ — ٣٤٠	٢	٢
٣٤٠ — ٣٥٠	١	٠ر٧٥

هذه هى البيانات التى ينبغى الحصول عليها من الخريطة قبل إجراء الحسابات التالية .

ومما يراعى أنه يؤخذ متوسط طول خطى الكنتور اللذين يحيطان بكل نطاق . ولهذا فإن أى خط كنتور يدخل فى الحساب مرتين باستثناء أول خط. كما أن آخر خط « من الجهة العلوية » يؤخذ نصف طوله كبديل لمتوسط الخطين فى النطاقات السابقة . ويلاحظ أن أكثر النقط ارتفاعاً مما يحده هذا الخط الأخير لا تبلغ عادة نهاية الفاصل الكنتورى التالى بل تقل عنه كما فى الأرقام السابقة .

يلى ذلك الحصول على ظل زاوية الانحدار لكل نطاق طبقاً للبيانات سابقة الذكر. هذا مع العلم بأن متوسط عرض كل نطاق هو ناتج قسمة المساحة على متوسط الكنتورين .

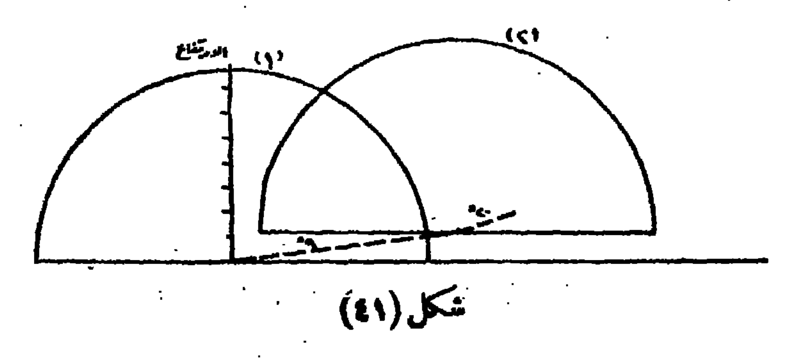
وبعد الحصول على درجات الانحدار يتم رسم المنحنى كالتالى :

١ ـ نقيم محوراً رأسياً قصيراً وآخر أفقى طويل مع مراعاة أن هذا المنحنى يستلزم فى العادة ورقة مستطيلة تناسب عمل محور أفقى طويل على غير المعتاد فى الأشكال الأخرى . ومن المستحسن أن تكون هذه الورقة ورقة رسم بيانى عادية .

٢ ـ يقسم المحور الرأسى إلى أقسام صغيرة من الممكن أن تكون كل نصف سنتيمتر مثلا إذا كنا بصدد عمل منحنى على ورقة بأبعاد الكراسة العادية . وتكتب على حدود هذه الأقسام أرقام تبدأ بأول خط كنتور وتنتهى بالنقطة العلوية . ويمكن الاستغناء عن كتابة رقم النقطة العلوية إذا

كانت - كما فى المثال السابق - لا تصل إلى منسوب الفاصل الكنتورى التالى وهذا هو مايحدث فى أغلب الأحوال .

٣ - مع أنه يمكن رسم المنحنى بادئين من الناحية العلوية فى الاتجاه إلى أسفل إلا أنه من المفضل بدء الرسم من نقطة البداية عند إلتقاء المحورين الأفقى والرأسى سابقى الذكر فتوضع المنقلة بحيث تقاس درجة الانحدار إلى داخل الشكل كما يتضح فى شكل (٤١) الذى يوضح وضعين للمنقلة . ويعد



شكل (٤١)

خط يصل بين نقطة البداية والنقطة الواقعة على الخط الأفقى المار برقم الكنتور التالى الموضح على المحور الرأسى . وتنقل المنقلة إلى الوضع الثانى كما يتضح فى الشكل السابق .

ويتم عمل خطوط الانحدار بهذه الطريقة حتى ننتهى من آخر رقم . ويقفل الشكل من الناحية العلوية ومن الجهة المقابلة للمحور الرأسى على النحو المعتاد .

ومن الملاحظ أنه لا يسهل عمل منحنى إنحدار بالدرجات الفعلية إلا للمنحدرات الشديدة كما سبق الذكر . ويمكن التغلب على ذلك بمضاعفة الدرجات مثلا أو ضربها فى ٣ بشرط ألا تزيد أى درجة عن ٩٠ ، مع كتابة الدرجات الفعلية على أجزاء المنحنى .

ومن الطرق الأخرى التي يمكن بها عمل منحنى إنحدار دون الحصول على درجات الانحدار مقدماً طريقة « دى سمية De smet » . وتتلخص هذه الطريقة في الحصول على متوسط عرض كل من النطاقات الكنتورية بقسمة مساحته على متوسط طوله . وبعد الحصول على متوسط عرض النطاقات يعمل محور رأسى للارتفاعات توقع أمامه خطوط مائلة تتقاطع مع الخطوط الأفقية لورقة الرسم بحيث تكون هذه الخطوط المائلة مرسومة بمقياس رسم مناسب .

ومن الواضح أنه ينبغى عمل المحور الرأسى بدون مبالغة رأسية ما أمكن وإلا فإن الخطوط المائلة التي تمثل المنحنى يزداد إنحدارها عما يمثل متوسط الانحدار الفعلى . وإذا كانت هناك ضرورة لرسم المحور الرأسى بمبالغة رأسية في حالة بطء الانحدار أى في حالة طول هذه الخطوط أكثر مما ينبغى فمن الضرورى توضيح ذلك ولو بذكر للمبالغة الرأسية .

كذلك من الطرق السهلة التي يمكن تحريرها للحصول على منحنى إنحدار تلك الطريقة التي إتبعها « دبنهام » في تمثيل خطوط الكنتور بخطوط تتناسب وأطوالها . فيعمل محور رأسى تمثل عليه الارتفاعات ومحور أفقى بمقياس رسم يمثل المسافة الأفقية بنفس مقياس المحور الرأسى يمكن الحصول على عدة خطوط تمثل أطوال خطوط الكنتور كل فوق الآخر . وبمد خطوط تصل بين نهايات هذه الخطوط نحصل على منحنى إنحدار .

التمثيل التكرارى للانحدار :

سبق أن عرضنا لطريقة الحصول على البيانات التكرارية الخاصة بنقط المناسيب وبالقمم التضاريسية في مقدمة الكلام عن المنحنى الألتيمترى ، ومادمنا قد وقفنا على هذه الطريقة فيمكن هنا أن نوجز كيفية اتباعها في تمثيل بعض بيانات الانحدار .

وهناك طرق متعددة للحصول على بيانات عن الانحدار من الخريطة . وقد سبق أن عرضنا لهذه الطرق منذ قليل . إلا أن هذه البيانات لا تناسب التمثيل التكرارى . فللحصول على بيانات تناسب هذا النوع من الرسم الإحصائى يمكن أن تتبع طريقة « ستريلر » التى اتبعها فى عمل خرائط ظل وجيب تمام زاوية الانحدار والتى سبق الكلام عنها ضمن أمثلة خرائط التضرس والانحدار. ويمكن أن نقول بإيجاز هنا أنه يمكن تقسيم الخريطة إلى عدد معقول من المربعات ثم يحسب أو يقدر الانحدار فى كل مربع . ولحساب الانحدار لكل مربع يمكن قسمة المسافة الرأسية فى كل مربع على المسافة الأفقية .

والمسافة الرأسية فى المربع هى الفارق بين أعلى نقطة وأقل نقطة فيه . أما المسافة الأفقية فهى طول ضلع المربع . وبعد الحصول على هذه الأرقام لجميع المربعات يمكن تمثيلها بمنحنى أو هستوجرام تكرارى كما هى كظلال للانحدار . ولكن يفضل تحويلها إلى درجات انحدار فعلى بالاستعانة بجدول ظلال الزوايا وخاصة إذا كنا بإزاء منطقة شديدة التضرس .

ثالثاً : جوانب تطبيقية للخريطة الكنتورية

تفيد الخريطة الكنتورية فى بعض الجوانب التطبيقية مما سيأتى ذكره ـ إلا أنه مما يحسن ذكره أولا أن الخريطة لاتغطى كل البيانات الخاصة بأشكال السطح أو ما يمكن تسميته بالبيانات الجرفلوجية . ومن ثم فإنه يمكن الاعتماد جزئيا فقط على الخريطة فى حدود ما تتيحه من بيانات . بينما يمكن إستكمال بعض أوجه النقص الخاصة بالدراسات التطبيقية لتضاريس منطقة ما باستعمال الصور الجوية والاستشعار من بعد وبالدراسة الميدانية . وفيما يلى بعض النقاط الموجزة التى تفيد فيها الخريطة الكنتورية نتناولها بالترتيب التالى :

أولا : الرؤية فى المناطق المضرسة

ثانياً : الطرق والسكك الحديدية .

ثالثاً : الأغراض الزراعية والسدود .

أولا : الرؤية فى المناطق المضرسة

من المعروف أن التضاريس تختلف أشكالها وارتفاعاتها المحلية فى المناطق المضرسة . ونتيجة لهذا الاختلاف فى الشكل والارتفاع المحلى فإن الشخص الذى يوجد فى نقطة ما بمنطقة مضرسة يتيسر له أن يرى مساحات معينة من حوله بينما تختفى مساحات أخرى خلف بعض الأشكال التضاريسية المجاورة . وتتغير المساحات المرئية والمساحات المحتجبة تبعا لموقع الشخص من التضاريس.

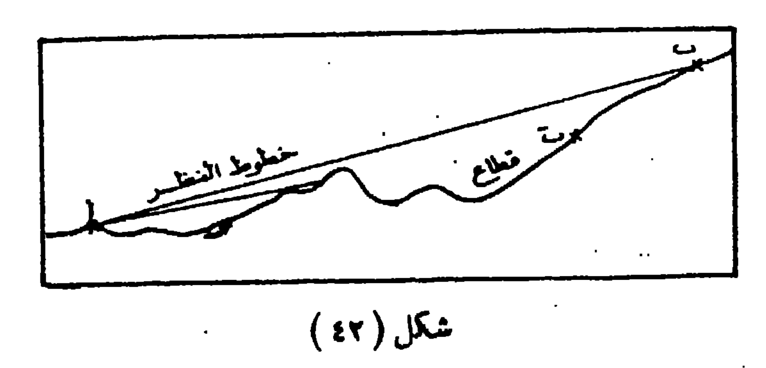
ولتوضيح أهمية الخريطة الكنتورية فى هذا الجانب يمكن الكلام عن حالتين :

الحالة الأولى هى إمكانية الرؤية بين نقطتين (أو أكثر) على خط مستقيم . أما الحالة الثانية فهى تحديد المساحات المحتجبة والمرئية من نقطة معينة .

وقبل شرح كل من الحالتين ينبغى التأكيد على أن تغير مكان أو منسوب الشخص يغير من إمكانية الرؤية لنقطة أخرى للمساحات المحيطة .

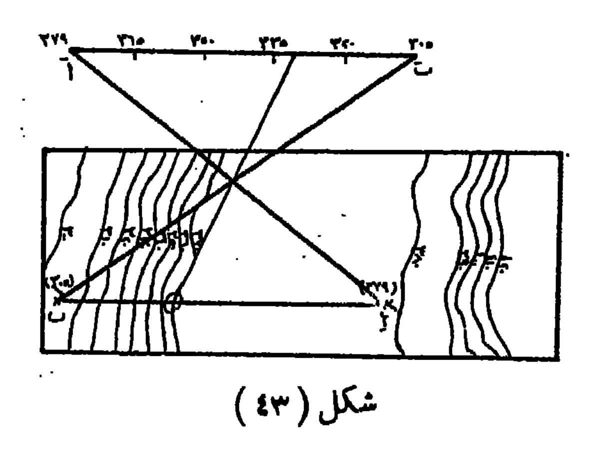
وبالنسبة لتحديد إمكانية الرؤية بين نقطتين بينهما ما قد يكون عائقاً فهناك أكثر من طريقة . وأول هذه الطرق هى رسم قطاع تضاريسى على طول خط مستقيم يصل بين النقطتين المعنيتين ويمر بالعائق المحتمل لتحديد ما إذا كان هذا العائق يمنع الرؤية بين النقطتين أم أن الرؤية ممكنة . وبعد رسم القطاع ينبغى مد خط مستقيم بين النقطتين المعنيتين ، وهذا خط يمثل خط النظر . فاذا مر هذا الخط دون أن يتقاطع مع الجزء المرتفع الذى يحتمل أنه يشكل عائقا فهذا يعنى أن الرؤية ممكنة بين النقطتين . أما إذا تقاطع الخط مع هذا الجزء المرتفع فهذا يعنى أن الرؤية بين النقطتين غير ممكنة ، (شكل ٤٢) . فيلاحظ فى هذا الشكل أن الرؤية ممكنة بين نقطتى ا ، ب بينما تتعذر الرؤية بين ا ، ت .

وهناك طريقة أخرى لتحديد إمكانية الرؤية بين نقطتين تقوم على مبدأ المثلثات المتناظرة . ولتطبيق هذه الطريقة يرسم خط مستقيم بين النقطتين ماراً بالجزء المرتفع الذى قد يشكل عائقا للرؤية . ثم يرسم خط مستقيم بين النقطتين ماراً بالجزء المرتفع الذى قد يشكل عائقا للرؤية . ثم يرسم خط آخر



شكل (٤٢)

يوازى ذلك الخط على بعد عدة سنتيمترات منه . ويقسم هذا الخط تقسيما مناسباً يتدرج ما بين منسوب النقطتين المعنيتين بحيث يكون وضع النقطتين معكوسا على هذا الخط ثم يتم التوصيل بين النقط الأربع ليتكون مثلثان متقابلان بالرأس (شكل ٤٣) .



شكل (٤٣)

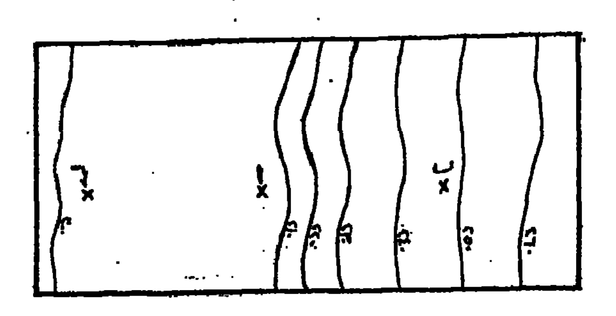
وهكذا يصبح الخط الموازى كدليل لمنسوب خط النظر بين النقطتين المعنيتين بحيث يمكن مقارنة هذا المنسوب بأى نقطة أخرى على الخريطة مما يمر به الخط الأساسى . فاذا تبين أن النقطة المرتفعة التى تبدو كعائق أكبر إرتفاعا مما يقابلها على ذلك الدليل فان الرؤية بين النقطتين المعنيتين تتعذر ، والعكس صحيح . ولقراءة هذه العلاقة ينبغى مد خط عبر رأس المثلثين

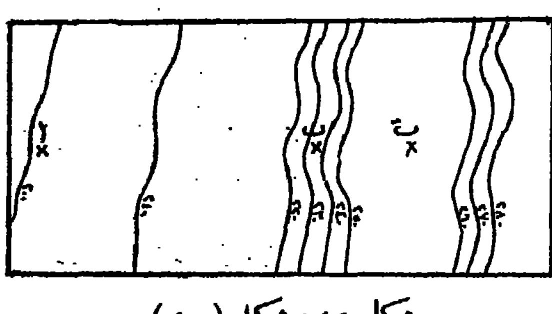
بين النقطة التى تبدو كعائق والخط والموازى الذى يمثل مناسيب خط النظر كما يتضح فى الشكل السابق .

ويتضح من هذا الشكل أن الرؤية غير ممكنة بسبب تحدب الانحدار . ذلك أنه ليس من الضرورى أن يكون عائق الرؤيه بين نقطتين أو أكثر جزءامرتفعاعلى هيئة تل تمثله خطوط كنتور أو هاشور أو غيرها . بل يمكن أن تعاق الرؤية بسبب تحدب الانحدار . كما أن تتابعات الانحدار التى تفصل بينها كسور إنحدار تؤدى إلى إمكانية الرؤية بين نقط وإلى إعاقتها بين نقط أخرى .

ويصعب أحياناً أن يبت فى إمكانية الرؤية بين نقطتين أو أكثر رغم عدم وجود عائق أو أكثر كالذى يوضحه شكل (٤٢) ولهذا ينبغى إتباع إحدى الطرق ولتمكن رسم قطاع للوصول إلى نتيجة صحيحة ما أمكن . بعبارة أخرى لا ينبغى الاعتماد على الفحص العينى للخريطة الكنتورية فى حالة الانحدار المحدب أو الانحدارات المركبة . ويوضح شكل (٤٤)أنه يمكن تحديدإمكانية الرؤيةللوهلة الأولى بين ا ، ب وهى متعذرة لتحدب الانحدار . بينما لا يمكن تحديدها بسهولة بين أ ، ب . كذلك يمكن البت بمجرد النظر فى إن الرؤية ممكنة بين ا ، ب فى شكل (٤٥) . أما بين ا ، بَ فالأمر أكثر صعوبة .

وفى ضوء المبدأين السابقين يمكن تقسيم أى خط بين أى نقطتين إلى أقسام يمكن رؤيتها من نقطة ما وأخرى لا يمكن رؤيتها . وتزداد فرص التنوع ما بين مسافات أو نقـــاط مرئية وأخرى محتجبة بازدياد تنوع التضاريس وتدرجها بحيث توجد الأجزاء المرتفعة وراء أجزاء أخرى أقل إرتفاعاً .





شكل ٤٤ ، شكل (٤٥)

ومما يذكر أن هناك من التفصيلات ما يدخل فى الحسان فى تحديد إمكانية الرؤية بأى من الطريقتين المذكورتين . فهناك مثلا امكانية وجود الشخص فى أحد النقطتين ولكن على منسوب لاتظهره الخريطة كمبنى مرتفع أو شجرة كبيرة كما يمكن أن يكون فى طائرة ، وهنا ينبغى إضافة ارتفاع الشخص إلى المنسوب الذى تبينه الخريطة . يضاف إلى ذلك إمكانية وجود عوائق ثانوية للرؤية كالأعشاب العالية أو الأحراش والمبانى مما قد يوجد بمنطقة العائق التضاريسى ذاتها وخاصة المناطق المطيرة .

أما الحالة الثانية : وهى تحديد المناطق المرئية والمحتجبة أو ما يعرف بالأراضى « الميتة » من نقطة معينة على الخريطة الكنتورية فتستغرق مجهوداً أكبر وتتطلب معرفة أوسع بالخريطة الكنتورية ، ويمكن الاعتماد على طريقة

القطاعات العادية فى هذا الصدد . كما يمكن الاعتماد على الطريقة التى يأتى شرحها بعد الكلام عن طريقة القطاعات .

وفيما يتعلق بطريقة القطاعات فيمكن تلخيصها كالآتى :

١ — ترسم عدة خطوط مستقيمة من النقطة الأساسية التى يوجد فيها الشخص فى مختلف الاتجاهات .

٢ — تعمل عدة قطاعات مناسبة وتحدد عليها النقاط الفاصلة بين المسافة المرئية والمحتجبة من كل قطاع .

٣ — توقع هذه النقط الفاصلة من كل قطاع على الخط الذى يمثله فى الخريطة .

٤ — يتم التوصيل بين هذه النقط لتحديد المساحات المرئية والمحتجبة ، ثم تظلل المناطق المرئية أو المحتجبة للتمييز بينها .

ويلاحظ أنه كلما تنوعت التضاريس وتفاوتت مناسيبها فمن المستحسن عمل أكبر عدد ممكن من القطاعات ، وذلك للوصول إلى تحديد أكثر للمناطق المرئية والمحتجبة . إلا أنه مما ينبغى ذكره أن التوصيل بين النقل فى الخريطة يتضمن غالباً بعض التقريب . ويضاف إلى ذلك ما يرجح أن ينتج من أخطاء بسبب إتساع الفارق الكنتورى أو بعض التعميم الذى تتضمنه الخريطة ذاتها .

أما الطريقة الثانية فهى أكثر صعوبة ويمكن شرحها كالتالى :

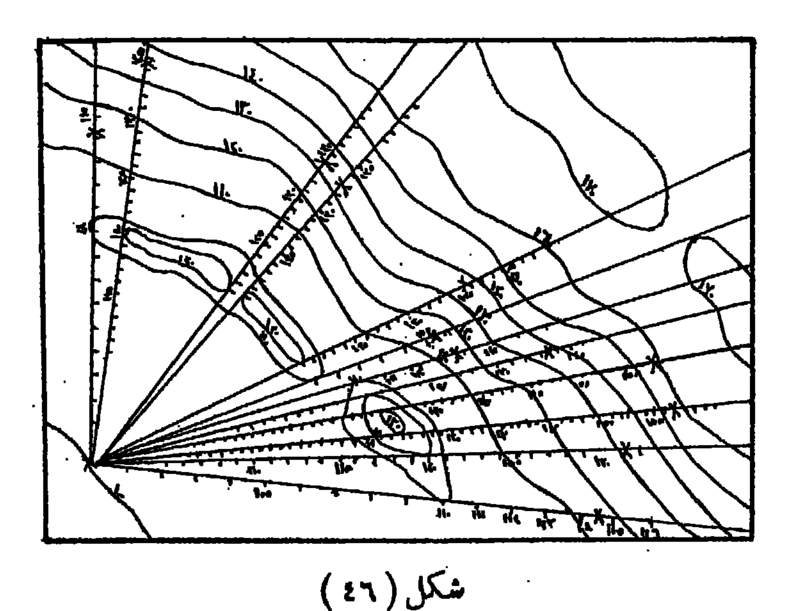
١ — تفحص الخريطة جيداً وتحدد الأجزاء التى يمكن أن تحجب الرؤية بالتقريب ويمكن أن يكون هناك جزءاً واحداً كتل أو جزءين كتلين أو أكثر من ذلك . كما قد تكون هناك منطقة مرتفعة مسبوقة

بمنحدر محدب يحجب رؤية حضيض تلك المنطقة المرتفعة ، فيعتبر هذا المنحدر المحدب عائقاً واحداً .

٢ — ترسم عدة خطوط مستقيمة من النقطة المعنية فى مختلف الاتجاهات على غرار ما تم عمله فى طريقة القطاعات . وإذا كان هناك أكثر من جزء مرتفع يحتمل أن يشكل كل منها عقبة فينبغى أن تكون هذه الخطوط على هيئة مجموعتين أو ثلاث بحسب عدد هذه الأجزاء المرتفعة . فترسم مجموعة كخطوط مستقيمة وآخرى كخطوط غير مستمرة وهكذا .

٣ — تحدد مناسيب أكثر النقط إرتفاعاً مما تمر به الخطوط سابقة الذكر . ومن الواضح أن هذه النقط تقع على المحور الطولى للعقبة التضاريسية إذا كانت على هيئة تل طولى يمتد بمواجهة النقطة المعنية . أما إذا وجد إنحدار محدب يسبق منطقة مرتفعة فينبغى كتابة منسوب آخر خط فى المنحدر المحدب من الجهة المرتفعة . وتكتب هذه المناسيب بالرصاص على كل خط من الخطوط المذكورة .

٤ ـ يحسب مقدار الانحدار فى صورة نسبة عادية لتحديد معدل إرتفاع خطوط النظر . ومن الواضح أن هذا المعدل يختلف من خط لآخر باختلاف مناسيب النقط التى سبق تحديدها وطول المسافة الأفقية بين النقطة الأساسية وهذه النقط . ويحدد على كل من هذه الخطوط معدل إرتفاعه طبقاً لمعدل الانحدار بحيث تكتب عليه أرقام تمثل المسافة الرأسية مقابل مسافات تعادل المسافة الأفقية بحسب مقياس الخريطة . ويوضح شكل (٤٦) بعض هذه الخطوط وما كتب على كل منها مما يمثل تدرج مناسيب هذه الخطوط خلف العقبة التضاريسية .

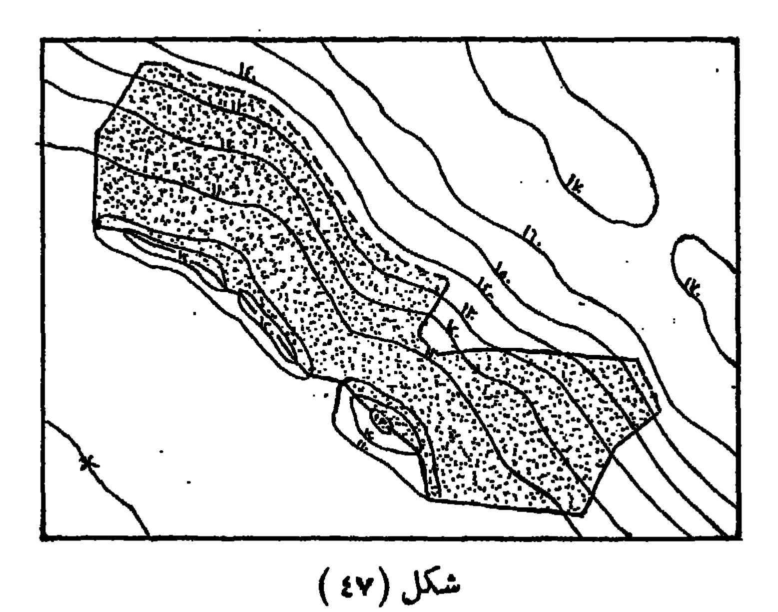


شكل (٤٦)

٥ ـ تحدد نقطة على كل من هذه الخطوط يتساوى فيها منسوب الخط ومنسوب سطح الأرض فى الجزء المرتفع الواقع خلف العقبة . ومن الواضح أن ما يقع أعلى هذه النقطة يمكن رؤيته أما ماقبلها فيدخل فى الأراضى « الميتة » . وبالتوصيل بين النقط التى حددت على هذه الخطوط يتم الحصول على خط يفصل بين الأراضى المرئية والأراضى المحتجبة شكل (٤٧) . وكما سبق ذكره بالنسبة لتحديد الرؤية بين نقطتين أو بين عدة نقاط فيمكن القول هنا أيضاً أن منسوب النقطة التى قد يوجد فيها الشخص قد يتغير . وذلك بسبب تغيير موقعه أو بسبب وجوده فى طائرة أو على مبنى أو غير ذلك مما يؤدى إلى تغيير شديد فى الخريطة الناتجة .

ثانيا : الطرق والسكك الحديدية

هناك عدة دراسات تسبق إنشاء طرق أو سكك حديدية فى منطقة مضرسة من أهمها فحص الخرائط الكنتورية والصور الجوية ثم الدراسة ا



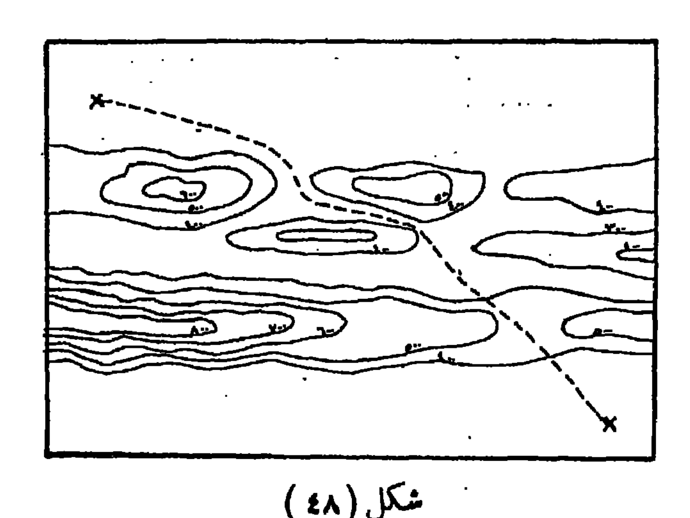
شكل (٤٧)

الميدانية . وما يهمنا هنا أن هذه الدراسات بما فى ذلك فحص الخرائط الكنتورية تزداد بازدياد التضرس .. ذلك أن المناطق المستوية لا يلزمها توسع فى هذه الدراسات .

وهناك ناحيتان يمكن الإفادة بهما من الخريطة . الناحية الأولى هى تحديد الامتداد العام للطريق أو الخط الحديدى المزمع إنشاؤه فقديكون من المفضل أن يمد الطريق أو الخط الحديدى فى أراضى أكثر قليلا فى الارتفاع من أراضى سهل فيضى كبير . وذلك لتلافى التعرض للفياضانات وبعيداً عن رطوبة يسببها إرتفاع منسوب مياه التربة أو لاتمام ذلك دون خسارة فى الأراضى المستغلة . . . الخ .

كما أنه من المفضل بطبيعة الحال عند مد طريق أو خط حديدى الابتعاد بقدر الامكان عن إختراق المرتفعات الكبيرة . فذلك مما يقلل التكلفة من

ناحية ، فضلا عن أن الأراضى الأقل إرتفاعاً قد تحتوى على مناطق مستغلة مما قد يفيد من وجود الطريق أو الخط الحديدى على مسافات أقرب . ويوضح شكل (٤٨) الامتداد العام طريق أو خط حديدى بين موقعين



شكل (٤٨)

روعى فيه التقليل من اختراق الأراضى المرتفعة مع توفير أقرب مسافة ممكنة .

الناحية الثانية التى يفادبها من الخريطة الكنتورية التفصلية هو اختيار الأماكن المناسبة لبعض أجزاء الطريق أو الخط الحديدى كما هو الحال عبر المنحدرات الشديدة والجروف الكبيرة . فى العادة لاتوجد صعوبات تتعلق بالانحدار فى الأراضى المستوية أو بطيئة الانحدار . أما المنحدرات الشديدة والجروف فتتضمن عادة بعض الصعوبات التى ينبغى التغلب عليها عند مد الخط الحديدى أو الطريق .

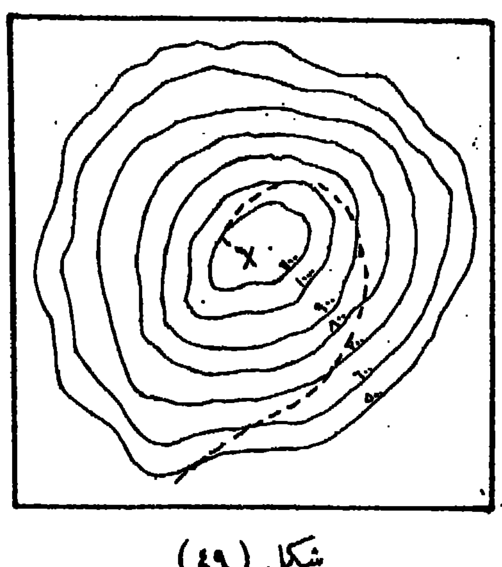
ومن البديهى أنه عند مد الطرق أو الخطوط الحديدية ينبغى تلافى عمل أجزاء شديدة الانحدار جداً . ولهذا فإن الأودية التى تقطع المنحدرات الشديدة أو الجروف يمكن أن تستغل لهذا الغرض . ومرجع ذلك أن معدل

انحدار القطاع الطولى لقاع الوادى الذى يقطع الجرف أو المنحدر الشديد يقل بالضرورة عن معدل انحدار الجرف أو المنحدر إذا كان طول الوادى أكبر من طول قطاع الجرف أو المنحدر .

كذلك يمكن استغلال الأجزاء الأخرى التى يقل فيها مقدار الانحدار عن بقية أجزاء المنحدر ويمكن أن تحدد هذه الأجزاء بحسب تباعد خطوط الكنتور واتساع المسافة الأفقية الإجمالية للمنحدر . ذلك أنه ليس من الضرورى أن تكون الأودية التى تنحدر على منحدر ذات قطاعات طولية أكبر من قطاع المنحدر ذاته . بل إن أجزاءها العليا قد تكون ذات انحدار أشد من متوسطها العام ومن المتوسط العام للمنحدر ، ولهذا فيمكن استغلال أحد محاور أراضى مابين الأودية إذا توفرت فيه بعض الشروط الهندسية الأخرى .

وإذا لم تتوفر أودية أطول بكثير من القطاع العرضى للمنحدر أو أجزاء أقل انحدار بما يناسب مد الطريق أو الخط الحديدى فهذا يتطلب التغلب على شدة الإنحدار بطريقة ما . ومن أشهر هذه الطرق تعريج الطريق أو الخط الحديدى للحصول على مقدار الانحدار المناسب . فمن المعروف أن تعريج أى تطويل الطريق أو الخط على المنحدر يقلل من مقدار الانحدار . ومن الممكن أن يكون الخط المقترح فى هــذه الحالة خطاً شديد التعرج أو على هيئة « زجزاج » ويتم حساب مقدار انحدار الخط بين كل خطى كنتور بالطريقة التى سبق ذكرها ، بحيث يمكن تحديد الطول المناسب للخط المطلوب . كذلك يمكن أنه يعمل بشكل شبه دائرى حول أحد الجبال أو التلال المستقلة . وذلك بحيث يدور الطريق حول الجبل أو التل بمقدار الإنحدار

المطلوب فيتقاطع مع خطوط الكنتور على مسافات أكبر من المسافات العمودية شكل (٤٩) .



شكل (٤٩)

ومن الطبيعى أن الخريطة الكنتورية يمكن أن تساهم فى إعطاء فكرة عن الموضوعات التى تحتاج لدراسات وأعمال هندسية تفصيلية . فقد توضح جرفا قائما (خاصة بالمشور) مما لاغنى عن نسفه لتوفير انحدار ابطأ أكثر مناسبة كما أنها قد تبين حافة شديدة الإنحدار لامفر من عمل نفق خلالها .. الخ .

ثالثا : الأغراض الزراعية والسدود

إذا ما احتوت الخريطة الكنتورية على عدد كبير من نقط المناسيب فإن ذلك مما يزيد من فائدة الخريطة وبخاصة فى دراسات الرى والصرف . ويمكن بفحص الخريطة اقتراح الخط المناسب لشق ترعة أو مصرف رئيسى مع حساب مقدار الإنحدار على القطاع الطولى .

ومن المعروف أنه يتم اختيار مواقع الترع على مناسيب أعلى من المناسيب التى تختار للمصارف . فإذا توفر بعض التفاوت التفصيلى فى التضاريس فإنه يستغل لهذا الغرض بدلا من التعميق الشديد للمصارف فى الأراضى المستوية . فالتعميق الشديد للمصارف أمر ضرورى لصرف المياه الزائدة عن الرى وبعض مياه التربة . أما بوجود بعض التفاوت فى التضاريس فانه يمكن الاستغناء عن شدة تعميق المصارف الرئيسية إلى حد ما ويمكن أن تحدد مواقع الترع والمصارف على الخريطة الكنتورية كما سبق الذكر. كما أنه بالنسبة للمنخفضات الكبرى المصرية مثلا يمكن تحديد مساحات واطئة تخصص للصرف المحلى .

ونظراً لأن الخريطة توضح مناسيب السطح فهى تمتاز عن الصور الجوية فى أجزاء حسابات الانحدار . كما قد لا تقل عنها أهمية فى تحديد المساحات التى يمكن بالدراسة الميدانية أن تصنف بقصد الاستغلال الزراعى . ومن أمثلة المناطق التى تشير إليها اللوحات الكنتورية كمناطق توسع زراعى فى المستقبل هوامش السهل الفيضى التى للنيل ،وقاع منخفض الخارجية الكبير كما أن اختيار الأراضى يجرى استصلاحها فى سيناء مثلا لابد أنه اعتمد جزئيا على الخرائط الكنتورية .

ومن الطبيعى ألا يعتمد على الخريطة الكنتورية وحدها فى تحديد المساحات التى تصلح بعضها للاستصلاح بل ينبغى الاعتماد كذلك على الصور الجوية وإجراء دراسة ميدانية من عدة نواح . إلا أن من أهم ما تساهم به الخريطة الكنتورية هو التحديد المبدئى للمساحات التى تصلح مناسيبها للرى من ترعة مجاورة أو يزمع شقها ذات مياه بمنسوب معين .

فلو افترضنا وجود ترعة أو نهر يمر بجوار منطقة لم تستغل بعد كأراضى بعض المصاطب النهرية فيمكن عمل عدة خرائط للمستويات المختلفة بحسب

مقدار رفع المياه الممكن من هذه الترعة أو النهر . فإذا كان منسوب الترعة أو النهر يتراوح ما بين ٢٠ ، ٢٥ متراً فوق سطح البحر وهناك امكانيات للرفع فى حدود ١٠ أمتار فيمكن تحديد المساحة المناسبة مبدئيا بما يحده خط كنتور ٣٠ أو ٣٥ متراً . وتلى ذلك الدراسات التفصيلية لتحديد أدق للأراضى المناسبة بناء على الانحدارات التفصيلية والتربة .. الخ .

ويمكن التعرف من اللوحات الكنتورية مبدئياً على المواقع المناسبة لإقامة سد على أحد الأودية النهرية . ذلك أنه يتم اختيار جزء ضيق من الوادى وحبذا لو أن الجزء الذى يتم فيه تخزين المياه يتميز عموما بالضيق والعمق كما هو الحال فى السد العالى وبحيرته . ومن البديهى أن يتم اختيار الموقع لا فى الأجزاء الدنيا من الأنهار الكبيرة وإنما فى نقاط تسمح مناسيبها برى الأجزاء الواقعة فيما ورائها .

ويمكن من اللوحات الكنتورية أن نحسب مقدما مساحة البحيرة التى يمكن أن تتكون أمام سد يزمع بناؤه . بل يمكن حساب البحيرة فى مراحل الامتلاء . كما أن هـــذه اللوحات يمكن أن تكون وسيلة لحساب كمية المياه التى يمكن أن تخزن أمام سد ما عند كل منسوب . وبمعرفة مساحة البحيرة عند كل منسوب يمكن تقدير البخر بالنسبة لكل حالة ، إذا كانت هناك أرقام تمثل كمية البخر اليومية بحسب ما تسجله محطات الإرصاد . وقد أجريت عدة دراسات فى هذه المجالات بالنسبة للسد العالى فى مصر على سبيل المثال اعتمدت على الخرائط الكنتورية .

وبتحويل الخريطة الكنتورية إلى خريطة كوروبليث انحدار توضح مساحات ذات انحدارات متفاوتة يمكن التعرف على المساحات التى قد تتعرض

لتعرية التربة . وتعتبر مثل هذه الخرائط ذات أهمية خاصة فى المناطق شبه الصحراوية المضرسة حيث تسقط أمطار أوفر مما يسقط فى الصحارى وفى رخات شديدة أيضا . وكذلك بالنسبة لأراضى إقليم البحر المتوسط المناخى أو غيرها .

وليست هذه الجوانب هى فقط ماتفيد فيه الخريطة الكنتورية التفصيلية بل هناك من الدراسات التطبيقية ما تستعمل الخريطة الكنتورية لتحديد مقدار الإشعاع الذى يتقبله السطح من الشمس . ذلك أن كمية الاشعاع تتأثر بجانبين تضاريسيين هما توجيه الشكل التضاريسى بالنسبة للأشعة الساقطة وكذلك درجة انحدار السطح .

فالمنحدرات المتجهة للجنوب مثلا فى نحو ثلث الكرة الشمالى والمتجهة شمالا فى نحو ثلث الكرة الجنوبى تتقبل أشعة أكثر بكثير من المنحدرات الموجودة فى الجانب الآخر . وتتفاوت زاوية التقاء الأشعة بسطح الأرض تبعاً لدرجة الانحدار والموقع بالنسبة لخط العرض بين الصيف والشتاء . وهذا مما تفيد به دراسات السياحة بصفة خاصة .

ومما تفيد فيه الخريطة الكنتورية أيضا تحديد المناطق المناسبة لاقامة المنشآت أو مناطق الاستقرار السكنى ، أو حتى إقامة معسكرات بصفة مؤقته وتزداد أهميتها فى المناطق التى تتميز بحوادث جرفلوجية فجائية مثل السيول فى المناطق الصحراوية وشبة الصحراوية والموسمية ، أو الانزلاقات فى المناطق الرطبة وشبه الجليدية .. الخ . فبفحص الخريطة جيداً يمكن اختيار مواضع فى مجى من السيول أى بعيداً عن محاور الأودية أو خطوط الجريان لتنفيذ مثل هذه الأغراض . كذلك تساعد الخريطة على اختيار مواضع بعيدة نسبياً

عن المناطق التي يحتمل أن تحدث فيها انزلاقات أو سقوط الصخر بمساعدة شدة الانحدار .

ومما يذكر كمثال أخير أن الخريطة الكنتورية يمكن أن تساعد على التعرف المبدئي على بعض الأشكال البنيوية الهامة فى المناطق التى لم تجر فيها دراسات جيولوجية كافية . فتشير هذه الخريطة إلى بعض ما يوجد من قباب التوائية . والقباب الالتوائية قد تكون ذات أهمية بالغة من حيث الاحتمالات البترولية . وقد يكون إنعكاس هذه البنية فى الخريطة على هيئة كويستات حلقية واضحة بينها خطوط تصريف حلقى ، أو على هيئة تصريف حلقى فقط .

مراجع

١ — حسن أبو العينين : « أصول الجيومورفولوجيا » (دار المعارف) ، القاهرة ، ١٩٦٦ .

٢ — طه محمد جاد : « منخفض الداخلة — دراسة جيومورفولوجية » . رسالة دكتوراه أوصى بنشرها ، آداب عين شمس ، ١٩٧٤ .

٣ — على عبـــد الوهاب شاهين : « الخريطة الكنتورية فى دراسة الجيومورفولوجيا » ، محاضرات الجمعية الجغرافية المصرية ، القاهرة ، ١٩٥٩ .

٤ — محمد صبحى عبد الحكيم ، وماهر عبد الحميد الليثى : « علم الخرائط » (مكتبة الأنجلو) القاهرة ، ١٩٦٦ .

٥ — محمود عبد اللطيف عصفور ، ومحمد عبد الرحمن الشرنوبى : « الخرائط ومبادىء المساحة » ، (مكتبة الأنجلو) القاهرة ، ١٩٧٠ .

6. Clarke, J.I., 1970. "Morphometry from maps." in "Essays in Geomorphology", edited by G.H. Dury (1970, Heinmann, London), pp. 235-47.

7. Monkhouse, F.J. and Wilkinson, H.R., 1971, "Maps and Diagrams." (3rd ed.) Methuen, London.

8. Strahler, A.N., 1962, "Hyposmetric (area-altitude) analysis of erosional topography." Bull. Geol. Soc. Amer., 63, pp. 1117-42.

9. Thornbury, W.D., 1969. "Principles of Geomorphology." (2nd ed.) John Wiley and Sons, N.Y.

الفهرست

الفصل الأول

تعريفات وتوضيحات أساسية

مقدمة ٥

الماشور ٦

نقط المناسيب ٧

الخطوط الكنتورية ١٢

تغير الفاصل الكنتوري ١٦

أمثلة كنتورية ٢١

خطوط الكنتور المبسطة ٤٣

خطوط التقسيم المبسطة ٤٥

مستويات شرط الجارى ٥٠

أنماط التصريف ٥١

الفصل الثانى

التحليل المورفومترى للخريطة الكنتورية

أولا : القطاعات ٦٤

تمهيد ٦١

القطاعات التضاريسية ٦٤

عمل القطاع التضاريس ٦٥
طريقة شريط الورق ٦٦
طريقة القياس ٧٠
المبالغة الرأسية ٧٢
تصنيف القطاعات ٧٦
القطاعات المتتالية ٧٧
القطاعات المتداخلة ٧٩
القطاعات البانورامية ٨٠
القطاعات الطولية للأنهار ٨١
القطاعات العرضية للأودية ٨٤

ثانياً : طرق كمية أخرى

تمهيد ٨٧
حساب الانحدار ٨٨
أيسوبليث التضرس المحلي ٩٣
أيسوبليث الظل وجيب التمام ٩٥
كوروبليث الانحدار ٩٦
خريطة المنحدرات بالنقط ١٠٢
قطاعات النسب المئوية ١٠٢
المنحنى الهبسومتري ١٠٧
طرق أخرى للمساحة والارتفاع ١١٢
المنحنى الالتيمترى التكرارى ١١٤
المستوجرام الألتيمترى التكرارى ١٢٠
منحنيات الانحدار ١٢٢
التمثيل التكرارى للانحدار ١٢٧

الفصل الثالث

جوانب تطبيقية للخريطة الكنتورية

الرؤية فى المناطق المضرسة ١٢٩
الطرق والسكك الحديدية ١٣٦
الأغراض الزراعية والسدود ١٤٠

رقم الايداع بدار الكتب
٤٧٥٥ / ١٩٨٤
الترتيم الدولى ١ — ٢٤٢ — ٥٠٠ — ٩٧٧

دار فوزى للطباعة
١٢ شارع محمد عزيز ـ ساحة




مكتبة الأنجلو المصرية